

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

**NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO**

***“Planificación de la producción agrícola en la Escuela
Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”***

presentado por

Fco. Javier Abad Zamora

aurkeztua

INGENIERO AGRÓNOMO
NEKAZARITZA INGENIARITZA

Julio, 2011 / 2011, Uztaila

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS

TRABAJO FIN DE CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO

"Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)"

Trabajo Fin de Carrera presentado por D. Fco. Javier Abad Zamora al objeto de optar al título de Ingeniero Agrónomo. Dirigido por la Dra. Paloma Bescansa Miquel, profesora titular del Departamento de Ciencias del Medio Natural y por el Dr. Joaquín González Latorre, profesor titular del Departamento de Producción Agraria

Vº Bº La codirectora del trabajo



Fdo.: Paloma Bescansa Miquel

Vº Bº El codirector del trabajo



Fdo.: Joaquín González Latorre

Presentado por



Fdo.: Fco. Javier Abad Zamora

Autorización para la Comunicación Pública y Reproducción Parcial de Trabajos y Proyectos de Final de Carrera presentados y defendidos en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Pública de Navarra.

Baimena, Nafarroako Unibertsitate Publikoko Nekazaritza Ingeniarren Goi Mailako Eskola Teknikoan aurkezten diren eta defenditzen diren ikasketen Amaierako Lanen eta Proiektuen jakinarazpen publikoa eta zati batean erreproduktzioa egiteko.

D/D^a Fco. JAVIER ABAD ZAMORA
autor(a) y D/D^a P. RESAUSA Y J. GONZALEZ
profesor(a) director(a) del TFC o PFC titulado

_____ jaunak/andreak
eta
_____ jaunak/andreak,

izeneko IALren/IAPren egile eta irakasle zuzendari baitira,

☐ NO AUTORIZAN la integración de ese TFC/PFC en el repositorio digital de la Biblioteca de la Universidad

☐ EZ DUTE BAIMENA EMATEN IAL/IAP hori Unibertsitateko Liburutegiaren biltegi digitalcan sartzeko

☒ AUTORIZAN EXPRESAMENTE la integración de este TFC/PFC en el repositorio digital de la Biblioteca de la Universidad para

☐ ESPRESUKI BAIMENA EMATEN DUTE IAL/IAP hori Unibertsitateko Liburutegiaren biltegi digitalcan sartzeko, honako xede honekin:

☒ LA COMUNICACIÓN Y REPRODUCCIÓN PARCIAL PÚBLICA

☐ JENDARTEAN JAKINARAZTEKO ETA ZATI BATEAN ERREPRODUZITZEKO

☐ LA COMUNICACIÓN Y REPRODUCCIÓN PARCIAL RESTRINGIDA A LOS MIEMBROS DE LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA. LA RESTRICCIÓN TENDRÁ UN PERIODO DE EMBARGO DE 6 MESES

☐ SOILIK UNIBERTSITATEKO KIDEEN ARTEAN JAKINARAZTEKO ETA ZATI BATEAN ERREPRODUZITZEKO. BAIMEN MURRIZKETA HORREK 6 HILABETEKO ENBARGO-EPEA IZANGO DU.

El depósito, la consulta y la reproducción parcial de este TFC/PFC se autorizan únicamente para fines de conservación, estudio e investigación sin finalidad lucrativa, según reza la Ley 23/2006, por la que se modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual.

IAL/IAP honen gordailua, kontsulta eta zati bateko erreproduktzioa soilik baimentzen dira irabazi asmorik gabeko kontserbazio, azterlan eta ikerketarako, Jabetza Intelektualari buruzko Legearen testu batetara aldatzen duen 23/2006 Legeari jarraikiz.

La reproducción del texto se hará sólo con citas breves e indicando siempre el autor y la fuente.

Testuaren erreproduktzioa aipu laburrekin soilik, eta, betiere, egilea eta iturria adierazita egingo da.

Pamplona 18 de Julio de 2011

Iruñean, ____ (e)ko ____ urtean ____ (e)(a)m

El autor o autora / Egilea

El profesor o profesora / Irakaslea

Fdo./ Stua. Fco. JAVIER ABAD ZAMORA

Fdo. / Stua. P. RESAUSA Y J. GONZALEZ

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a toda la gente que me ha ayudado y me ha apoyado para, no solo realizar este Trabajo Final de Carrera, sino también a la gente que me ha ayudado a llegar hasta este momento.

Quiero agradecer el apoyo que he recibido en todo momento por parte de mi familia y de mi novia Isa.

Quiero agradecer la ayuda y compañía que me ofreció mi compañero de viaje por Mozambique, Oier.

Quiero agradecer la paciencia, la atención y dedicación de la responsable de Cáritas España en Pemba, Pilar Barrio.

Quiero agradecer la colaboración de todo el equipo de Cáritas Diocesana de Pemba y en especial a nuestro motorista Atite por su entrega y a nuestra compañera Saria por sus enseñanzas.

Quiero agradecer muy especialmente también la participación, colaboración y la amistad recibida por los profesores de la Escuela de Mariri: Paulo, Adriano, Sobrinho, Roberto, Jaimito y Assane; así como la participación de los alumnos de la escuela.

Quiero agradecer también a mis tutores que hoy esté aquí.

Por último quiero dar las gracias a todo el mundo, ya que es seguro quedarán muchos nombres por el camino sin nombrar, pero sé que sin la gente que me rodea no hubiese llegado hasta aquí.

Resumen

El presente Trabajo Final de Carrera (TFC) quiere servir de apoyo para el personal docente y gestor de la Escuela Técnica Agropecuaria de Mariri, provincia de Cabo Delgado (Mozambique).

Se trata de una escuela de reciente andadura en la que se forman alumnos como técnicos para el medio rural. La base del programa curricular de la escuela se centra en la práctica de los alumnos.

Además de esto, la escuela debería tender hacia la autofinanciación a través de la venta o consumo de los productos que ella misma produce.

Con todo ello se ha querido plantear un manejo ordenado de las producciones, buscando que los alumnos puedan trabajar en el mayor número de cultivos posibles, así como aplicar las medidas de manejo más adecuadas a las situaciones locales.

Partiendo de un análisis de las condiciones de la escuela (clima, suelo, cultivos a implantar), de los requerimientos de los cultivos, y de los condicionantes técnicos; se indica una rotación de cultivos razonable para soportar la producción con los recursos disponibles.

Se ha tenido especial atención a las condiciones edáficas de las parcelas, dado su bajo potencial agraria, planteándose medidas de manejo como el acolchado natural y los aportes de abonos orgánicos.

A su vez, debido a la elevada permeabilidad del suelo y a la necesidad de aportes externos de agua en los cultivos durante la estación seca, se ha planteado la necesidad de aplicaciones de agua por medio de un sistema de riego por gravedad, en riegos de baja dosis y alta frecuencia.

Palabras clave: Cooperación al desarrollo, Mozambique, Mariri, Planificación agraria, Rotación de cultivos.

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

ÍNDICE

Índice

ÍNDICE.....	6
Índice de tablas	10
Índice de figuras	12
Índice de gráficos	14
INTRODUCCIÓN	15
1.1.- Cooperación al desarrollo	16
1.2.- Objetivos del Milenio	18
ANTECEDENTES	20
2.1.-Mozambique	21
2.1.1.-Historia.....	21
2.1.2.-Localización y caracterización	23
2.1.3.-Economía.....	26
2.1.4.-Educación:.....	28
2.2.-Cabo Delgado	31
2.2.1.-Localización y caracterización	31
2.2.2.-Economía.....	34
2.2.3.-Educación	35
2.3.-Distrito de Ancuabe	37
2.3.1.- Localización y caracterización	37
2.3.2.- Economía.....	39
2.3.3.- Educación	40
2.4.- Escuela Profesional de Mariri	40
2.4.1.- Introducción	40
2.4.2.- Localización y distribución	43
2.4.3.- Recursos de la escuela de Mariri	46

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

2.4.4.- Dificultades	50
2.5.- Descripción de cultivos	51
2.5.1.- Elección de los cultivos	51
2.5.2.- Frutales.....	55
2.5.3.- Herbáceos semiextensivos.....	69
2.5.4.- Hortícolas	83
2.6.- La rotación de cultivos	96
2.7.- El mulching.....	97
OBJETIVO.....	99
MATERIAL Y MÉTODOS	101
4.1.- Material.....	102
4.1.1.- Caracterización del medio natural.....	102
4.1.2.- Campos de producción	105
4.1.3.- Sistema de riego.....	111
4.2.- Métodos	117
4.2.3.- Análisis de suelos	117
4.2.2.-Campos de producción: Mediciones.....	118
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	120
5.1.- Interpretación de los resultados obtenidos.....	121
5.1.1.- Condicionantes de la zona	121
5.1.2.- Necesidades de la escuela	130
5.1.3.- Cultivos.....	130
5.2.- Planificación, distribución y recomendación de cultivos.....	131
5.2.1.- Distribución	131
5.2.2.- Recomendaciones de cultivo	135
5.2.- Rotación de cultivos	140

CONCLUSIONES/ RECOMENDACIONES	148
BIBLIOGRAFÍA	150
ANEXOS	160
ANEXO 1: Planos.....	161
ANEXO 2: Rotaciones alternativas	162

Índice de tablas

Tabla 1: Distribución por provincias de la población y de las superficies de Mozambique.....	25
Tabla 2: Lenguas étnicas y distribución en Mozambique	28
Tabla 3: Número de escuelas públicas por nivel educativo en Mozambique en 2008.....	31
Tabla 4: Caracterización socioeconómica de las familias de la provincia de C. Delgado.....	35
Tabla 5: Nivel de alfabetización en la población mayor de 5 años en C. Delgado.....	36
Tabla 6: Producción agrícola familiar.....	39
Tabla 7: Horario de la Escuela Profesional de Mariri	42
Tabla 8: Producción escolar de Mariri 2008/2009.....	44
Tabla 9: Previsiones de producción (Tn/ha) para las campañas 2009-2010.....	44
Tabla 10: Resumen de las entrevistas para la determinación de los cultivos a estudiar para una futura planificación agraria de la Escuela Profesional de Mariri	52
Tabla 11: Características de especies de anonáceas, valores medios. El Salvador.....	63
Tabla 12: Requerimientos climáticos para anonas	64
Tabla 13: Requerimientos edafológicos para anonas	64
Tabla 14: Marcos recomendados en función de la especie.....	64
Tabla 15: Comparativa de las características de <i>C. sinensis</i> , <i>C. aurantium</i> , <i>C. medica</i> , <i>C. limon</i> y <i>C. aurantifolia</i>	67
Tabla 16: Cultivos favorables como precedentes al cultivo de maíz	72
Tabla 17: Cultivos favorables dentro de las rotaciones para el cultivo del cacahuete	77
Tabla 18: Cultivos favorables como precedentes para el cultivo del boniato	78
Tabla 19: Respuesta del arroz a la temperatura en diferentes etapas del desarrollo.....	81
Tabla 20: Cultivos favorables y desfavorables como precedentes para el cultivo de crucíferas	85
Tabla 21: Cultivos recomendados como precedentes para el cultivo del tomate.....	86
Tabla 22: Cultivos precedentes más o menos favorables al pimiento.....	88
Tabla 23: Cultivos favorables y desfavorables para el cultivo de la zanahoria	90

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

10

Tabla 24: Resumen de las exigencias climáticas del cultivo del pepino.....	90
Tabla 25: Cultivos favorables como precedentes para el cultivo de la cebolla	95
Tabla 26: Cultivos favorables como precedentes para el cultivo del ajo	96
Tabla 27: Temperaturas de la estación meteorológica de Namuno y precipitaciones de la estación pluviométrica de Mariri	102
Tabla 28: Balance de humedad (mm). Namuno Lat. 13°37'S, Long. 38°49'E, Alt. 495m	103
Tabla 29: Resumen de los datos edafológicos de la Escuela de Mariri. Marzo de 2010.....	104
Tabla 30: Área de los campos y número de triangulaciones realizadas para su medición.....	119
Tabla 31: Criterio USDA (1983): CRAD (mm) en 150 cm de profundidad	128
Tabla 32: Valores de CRAD en 150 cm de profundidad para los suelos de la Escuela de Mariri	128
Tabla 33: Cultivos de invierno (época lluviosa) y cultivos de verano (época seca).....	130
Tabla 34: Dimensiones de las subparcelas y de las hojas de la huerta de la escuela	135
Tabla 35: Recomendaciones de abonado orgánico para los cultivos herbáceos semiextensivos y hortícolas.....	137
Tabla 36: Composición del estiércol de vacuno (%).....	138
Tabla 37: Composición química de las principales deyecciones utilizadas como abonos (%)..	138
Tabla 38: Cultivos, marcos de plantación y observaciones de los cultivos del campo de maíz de la Escuela Profesional.....	139
Tabla 39: Cultivos, marcos de plantación y observaciones de los cultivos de la huerta de la Escuela Profesional	139
Tabla 40: Profundidades de las raíces de los cultivos extensivos y hortícolas a implantar en la Escuela Profesional de Mariri.....	141
Tabla 41: Rotación para la huerta de la Escuela Profesional de Mariri	142
Tabla 42: Rotación para el campo de maíz de la Escuela Profesional de Mariri.....	142
Tabla 43: Rotación para las parcelas con malla de sombreo de la Escuela Profesional de Mariri	143
Tabla 44: Rotación para el campo de maíz de la Escuela Profesional de Mariri.....	164
Tabla 45: Rotación para la huerta de la Escuela Profesional de Mariri	164

Índice de figuras

Figura 1: Mapa de Localización de Mozambique	24
Figura 2: Mapa de la Provincia de Cabo Delgado.....	32
Figura 3: Mapa del Distrito de Ancuabe.....	38
Figura 4: Aulas de la Escuela Profesional de Mariri	45
Figura 5: Dormitorios masculinos y depósito para uso de la Escuela Profesional de Mariri	45
Figura 6: Laguna de la Escuela de Mariri.....	46
Figura 7: Corral de pequeños rumiantes.....	48
Figura 8: Bomba pedestre funcionando en la Escuela de Mariri	49
Figura 9: Azadas viejas y motocultor, antes de ser reparado, de la Escuela de Mariri.....	50
Figura 10: Distribución de las raíces absorbentes de <i>Anacardium occidentale</i>	57
Figura 11: Comportamiento y ciclo fenológico del mango en clima tropical (periodo seco en invierno-comienzo de primavera)	59
Figura 12: Frutos de maracuyá amarilla y púrpura o morada.....	61
Figura 13: Polen inmaduro (izquierda), polen maduro (derecha)	65
Figura 14: Perilla o insuflador para la polinización manual	65
Figura 15: Sensibilidad del maíz a la sequía	72
Figura 16: Fructificación y semillas de <i>Cajanus cajan</i>	73
Figura 17: Planta y semillas de <i>Vigna subterranea</i>	74
Figura 18: Sistema radicular de una planta de patata madura (Profundidad en cm).....	78
Figura 19: Curva de las necesidades de agua de un cultivo de patata.....	79
Figura 20: Clasificación de los sistemas de producción de arroz en el mundo. Las cifras entre paréntesis indican el % de la superficie mundial de cultivo de arroz de cada sistema	81
Figura 21: Marcos de plantación del cultivo de la sandía	92
Figura 22: Diferencias morfológicas entre las diversas especies de calabaza, a través de sus pedúnculos de inserción en los frutos	93
Figura 23: Marcos de plantación del cultivo de la cebolla	94
Figura 24: Campo de anacardos de la Escuela Secundaria	106
“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”	12

Figura 25: Campo de piñas de la Escuela Profesional	107
Figura 26: Campo de frutales de la Escuela Profesional	108
Figura 27: Campo de maíz de la Escuela Profesional	109
Figura 28: Vista de la huerta de la Escuela Profesional.....	110
Figura 29: Estructura de los antiguos depósitos del sistema de riego junto con los depósitos de nueva construcción	112
Figura 30: Depósito en construcción.....	115
Figura 31: Canal de riego y tajadera.....	116
Figura 32: Representación de los triángulos para el cálculo de las áreas.....	118
Figura 33: Colocación de los cultivos en función del canal de riego	132
Figura 34: Distribución de las subparcelas (derecha) y hojas (izquierda) de la huerta de la Escuela Profesional	134

Índice de gráficos

Gráfico 1: Gráfico evolutivo estimado de la población de Mozambique.....	23
Gráfico 2: Distribución de la población entre el medio rural y el urbano.....	27
Gráfico 3: Distribución del alumnado en la Educación Primaria y Secundaria	30
Gráfico 4: Distribución del alumnado en la Educación Técnica	30
Gráfico 5: Pirámide poblacional de la provincia de Cabo Delgado	33
Gráfico 6: Diagrama ombrotérmico estimado para Mariri. (Datos de temperaturas de Namuno y precipitaciones de Mariri)	102
Gráfico 7: Rotación del campo de maíz de la Escuela Profesional de Mariri.....	144
Gráfico 8: Rotación de la huerta de la Escuela Profesional de Mariri.....	144
Gráfico 9: Rotación para las parcelas con malla de sombreado de la Escuela Profesional de Mariri	145
Gráfico 10: Profundidades radicales de los cultivos dentro de las rotaciones para la Escuela Profesional de Mariri.....	146
Gráfico 11: Rotación del campo de maíz de la Escuela Profesional de Mariri.....	165
Gráfico 12: Rotación de la huerta de la Escuela Profesional de Mariri.....	166
Gráfico 13: Profundidades radicales de los cultivos dentro de las rotaciones para la Escuela Profesional de Mariri.....	167

INTRODUCCIÓN

1.- Introducción

El presente proyecto se ha realizado dentro del marco del programa *Formación Solidaria* de la Universidad Pública de Navarra (UPNA). Este programa tiene como propósito formar, tanto a alumnos como a profesores, en la cooperación al desarrollo.

A la vez, potencia el papel universitario como agente de cooperación internacional, tal y como lo presenta el *Plan Director de la Cooperación Española 2005-2008* (UPNA. Relaciones Internacionales y Cooperación).

Para poder entender bien este papel, es interesante conocer antes en qué consiste y por qué surge la cooperación al desarrollo; así como las bases que actualmente la sustentan (Objetivos del Milenio).

1.1.- Cooperación al desarrollo

La cooperación al desarrollo se puede entender como un conjunto de actuaciones de carácter internacional orientadas al intercambio de experiencias y recursos entre países del “Norte” y del “Sur” para alcanzar metas comunes basadas en criterios de solidaridad, eficacia, interés mutuo, sostenibilidad y correspondencia.

Pero, para comprender realmente la cooperación al desarrollo hay que entender su origen y su contexto.

La concepción de “Desarrollo” es lo que da carácter a todo. Las primeras ideas sobre ello surgen tras la II Guerra Mundial, con una idea de *desarrollismo* de los países, basada principalmente en el crecimiento económico, que se creía ilimitado.

Por un lado, esta visión economicista marcará las estrategias de la cooperación inicial.

Por otro, la Guerra Fría entre EEUU y la URSS, provoca el desarrollo de la cooperación: La idea no era otra que atraer hacia su lado a los países a cambio de ayuda. Sin embargo, el movimiento está influenciado también por la reacción de los países europeos tras ver como han quedado sus antiguas colonias tras la descolonización. Hay cierto sentimiento de remordimiento por parte de las metrópolis.

En la década de los 90, se observa como esta idea de cooperación no funciona. El mercado, por sí solo, no arrastra a los países menos favorecidos. Se percibe la necesidad de que el país receptor participe y sea un verdadero actor más de la cooperación.

En este marco, la idea de cooperación se centra en el *Desarrollo Humano*, y no sólo económico; en la *Participación*; y en los *Derechos Humanos* (Dubois et al., 2000).

La Unión Europea centra sus bases en 1992, en el Tratado de Maastricht (Título XVII) (Tratado de la Unión Europea (TUE), 1992):

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

- Desarrollo y consolidación de la democracia y del estado de derecho, respecto de los derechos humanos y de las libertades fundamentales
- Inserción armoniosa y progresiva de los países en la economía mundial
- Desarrollo económico y social de los países en desarrollo y, particularmente de los más desfavorecidos
- Lucha contra la pobreza en los países en desarrollo

En España las bases de la cooperación se establecen a través de la Ley de 23/1998, de 7 de julio, de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

Hay que tener claro que aunque los gobiernos e instituciones realicen aportaciones económicas a los países en desarrollo, muchas veces estas son condicionadas. Por lo tanto no se consideran cooperación al desarrollo.

Así, Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD), según el Comité de Ayuda al Desarrollo (CAD) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), sólo se considera aquella en la que al menos el 25% de la ayuda sea gratuita, sin condicionalidad.

Actualmente en la cooperación al desarrollo, están implicados muchos entes de distinto carácter. Nos encontramos desde empresas privadas, Gobiernos, Organizaciones No Gubernamentales (ONG) y entidades de caridad y acción social (Cátedra de Cooperación al Desarrollo de la Universidad de Córdoba (UC-CCD)).

Dentro de estas últimas se encuentra Cáritas, responsable de la escuela de Mariri en sus primeros años de andadura, y con la cual se ha colaborado activamente para la realización de este trabajo final de carrera (TFC).

Se trata de la entidad de acción caritativa y social de la Iglesia católica. Está repartida por todo el mundo. Tiene un triple compromiso: informar, denunciar y sensibilizar a la opinión pública de las situaciones de pobreza y vulnerabilidad. Trabaja desde la doctrina social de la Iglesia, con la dignidad de la persona como pilar central (Cáritas Española, 2010).

En este sentido, Cáritas Mozambiqueña, junto con Cáritas España, Cáritas Diocesana de Pemba y la AECI (Agencia Española de Cooperación Internacional) trabajan, en la provincia de Cabo Delgado (Mozambique), dentro del convenio 06-C01-033 *“Mejora del sistema educativo en Cabo Delgado a través del apoyo a los programas de alfabetización y educación de adultos, enseñanza secundaria y construcción de infraestructuras para mejorar la red de educación”*.

Este convenio fomenta el desarrollo integral de la persona a través de la educación: Educación de adultos, de niños con deficiencias sensoriales, de alumnos de educación secundaria y de escuelas profesionales.

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

1.2.- Objetivos del Milenio

Ante las diferencias existentes entre los distintos países y tras la crisis de la cooperación en la década de los noventa, se firma en la Cumbre del Milenio (Nueva York, 2000) la Declaración del Milenio (PNUD, 2000).

En ella se establecen ocho objetivos de trabajo para cambiar la situación mundial:

- Erradicar la pobreza extrema y el hambre
 - Reducir a la mitad entre 1990 y 2015 el porcentaje de personas con ingresos inferiores a un dólar
 - Alcanzar el pleno empleo y productivo y el trabajo decente para todos, incluidas las mujeres y los jóvenes
 - Reducir a la mitad, entre 1990 y 2015, el porcentaje de personas que padezcan hambre
- Lograr la enseñanza primaria universal
 - Velar porque, para el año 2015, los niños y niñas de todo el mundo pueden terminar un ciclo completo de enseñanza primaria
- Promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer
 - Eliminar las desigualdades entre los géneros en la enseñanza primaria y secundaria, preferiblemente para el año 2005, y en todos los niveles de la enseñanza antes del fin del 2015
- Reducir la mortalidad infantil
 - Reducir en dos terceras partes, entre 1990 y 2015, la mortalidad de los niños menores de 5 años
- Mejorar la salud materna
 - Reducir, entre 1990 y 2015, la mortalidad materna en tres cuartas partes
 - Lograr, para 2015, el acceso universal a la salud reproductiva
- Combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades
 - Haber detenido y comenzar a reducir, para el año 2015, la propagación del VIH/SIDA
 - Lograr, para 2010, el acceso universal al tratamiento de la infección por VIH a quienes lo necesiten

- Haber comenzado a reducir, para el año 2015, la incidencia del paludismo y otras enfermedades graves.
- Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente
 - Incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales, e invertir la pérdida de recursos del medio ambiente
 - Reducir la pérdida de diversidad biológica logrando, para 2010, una reducción significativa en la tasa de pérdida
 - Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible a agua potable
 - Mejorar considerablemente, para el año 2010, la vida de por lo menos 100 millones de habitantes de tugurios
- Fomentar una asociación mundial para el desarrollo
 - Desarrollar aún más un sistema comercial y financiero abierto, basado en normas, previsible y no discriminatorio
 - Atender las necesidades especiales de los países menos adelantados
 - Atender las necesidades especiales de los países sin litoral y de los pequeños Estados insulares en desarrollo
 - Encarar de manera general los problemas de la deuda de los países en desarrollo con medidas nacionales e internacionales, a fin de hacer la deuda sostenible a largo plazo

Estos objetivos tienen, en su mayoría, la meta en el año 2015, y son en los que la mayoría de actores de la cooperación al desarrollo trabajan.

Actualmente y según el *Informe de Desarrollo del Milenio* del año 2010, se está lejos de alcanzarlos. Si bien en algunos países se han conseguido serios avances, en otros se ha producido un retroceso, acentuado en parte por la crisis económica mundial y por la falta de compromiso de todas las partes implicadas.

Ante esta situación surgen preguntas sobre el sentido de estas medidas, la forma de trabajar, la implicación mundial, etc.

ANTECEDENTES

2.-Antecedentes

2.1.-Mozambique

2.1.1.-Historia

En el principio eran los pueblos Bosquimanos los que ocupaban el territorio del actual Mozambique. Estos fueron desplazados hace unos 2000 años por los pueblos Bantú, provenientes de los grandes lagos.

En el siglo VII son los mercaderes árabes los que fundan las primeras ciudades-colonia costeras. Estos difunden el islamismo por toda la costa y permanecen hasta finales del S. XV, principios del S.XVI, en que son desplazados por los portugueses.

Los portugueses tienen su primer contacto en Mozambique de la mano de Pedro de Covilhã en 1490.

Vasco de Gama llega a la *Ilha de Moçambique*, el 2 de Marzo de 1498, y quien informa del lugar como un punto estratégico en la Ruta de las Indias; cuando Portugal se interesa por el territorio.

En 1506 construyen la fortaleza de *Sofala* y un año después la fortaleza de *Ilha de Moçambique*.

A partir de entonces, Mozambique pasa a integrarse en la India Portuguesa, tornándose más tarde en una administración separada. Fue parte de la África Portuguesa desde 1751 como colonia, hasta 1951, cuando se convirtió en Provincia de Ultramar (Ministerio de Turismo de Mozambique (MTMç), 2011).

Tras establecerse en el litoral, los portugueses realizaron pequeñas incursiones para controlar las zonas productivas de oro, estableciendo pequeñas “factorías”.

Estas factorías pasarían a denominarse *Prazos*, designación que proviene del nombre que tenían los impuestos de estos pequeños territorios, que debían abonarse a Portugal.

En 1832 se abolen los *Prazos*, imponiéndose un control militar. Esto desencadena, ayudado por la situación en América del Sur, el auge de la esclavitud. Incluso tras su abolición en 1869, se siguió practicando. (Portugal fue el primer país colonizador en abolir la esclavitud).

Tras la I Guerra Mundial, en la Conferencia de Berlín (1914-1918), queda establecida la norma por la cual se debe hacer efectiva la ocupación de todo el territorio para considerarlo como colonia.

Ante la mala situación económica de Portugal, el país queda en manos de compañías mayestáticas. Estas compañías disponen de una casi total soberanía sobre los territorios que controlan.

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Entre estas empresas, destacarán, por su tamaño, la *Companhia de Moçambique* (1891-1942) que ocupa *Manica, Sofala y Beira*; y la *Companhia de Niassa* (1893-1929). Ésta controla las actuales provincias de *Niassa y Cabo Delgado*, desde el océano Índico hasta el lago *Niassa* (más de 170.000 Km²). Contaba con un ejército de 300 regulares portugueses y 2.800 cipayos.

A partir del último cuarto del S. XIX, Mozambique se convierte en un suministrador de mano de obra para las minas sudafricanas. Por este motivo, en 1904 la capital se desplaza de *Ilha de Moçambique* (norte-centro del país) a Lourenço Marques, actual *Maputo* (sur del país).

Ya a mediados del S.XX y tras varias matanzas entre la población, surgen distintos movimientos independentistas. La más significativa de las matanzas es *la Matanza de Mueda*, el 16 de Junio de 1960, con 500 muertos.

A partir de la unión de tres de ellos -UDENAMO (*União Nacional Democrático de Moçambique*), MANU (*Mozambique African National Union*) y UNAMI (*União Nacional de Moçambique Independiente*)- nace FRELIMO (*Frente de Libertação de Moçambique*). Es fundada por Eduardo Chivambo Mondlane en 1962 en la, entonces capital de Tanzania, Dar es Salam.

El 25 de Septiembre de 1964 comienza la lucha armada por la independencia, con *El primer tiro de Chai* (Provincia de Cabo Delgado).

La lucha se prolonga durante 10 años. En el transcurso de la misma Modlane es asesinado en 1969 y le sucede Samora Moisés Machel (Lusotopia, 2011).

Tras la Revolución Portuguesa, el Gobierno portugués y la FRELIMO firman el 7 septiembre de 1974 los llamados *Acuerdos de Lusaka*, quedando establecido un gobierno de transición hacia la independencia del país.

La independencia total de Portugal se produjo el 25 de Junio de 1975, siendo la colonia que más tarde se independizó (MTMç, 2011).

En el poder se establece la FRELIMO, con un ideario de corte comunista, apoyado por la antigua URSS y Cuba.

En 1979 surge una rebelión armada anticomunista, en lo que se supone una guerra civil interna, pero muy condicionada por la situación mundial (Periodo de la Guerra Fría). Esta rebelión estaba liderada por la RENAMO (*Resistência Nacional de Moçambique*).

Poco a poco el país abandona su ideal comunista y en el congreso de julio de 1989 la FRELIMO renuncia al marxismo-leninismo (Lusotopia, 2011).

En 1990 se promulga una nueva constitución -cambiándose el nombre del país a *República de Moçambique*-. Ese mismo año FRELIMO y RENAMO acuerdan en Roma un cese parcial de fuego y en octubre de 1992 se firma el acuerdo de paz.

"Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)"

En 1994 tuvieron lugar las primeras elecciones en el país, ganadas por FRELIMO, accediendo al cargo de presidente Joaquín Alberto Chissano.

Las últimas elecciones tuvieron lugar en 2009 y el actual presidente es Armando Emilio Guebuza, ya en su segundo mandato (Embajada Mozambiqueña, 2011).

Todos estos movimientos en el poder, el prolongado periodo de conflictos, primero con Portugal y después interno; supusieron un retroceso del país. Si bien los años de estabilidad, junto con la ayuda de terceros países, están encaminando al país hacia su fortalecimiento y un desarrollo que despacio va aflorando en algunos sectores del mundo urbano, no así en el rural, que aun está muy lejos.

2.1.2.-Localización y caracterización

Mozambique se localiza en la zona sureste del continente Africano. Concretamente entre los paralelos 10º27' y 26º 52' latitud sur, y entre los meridianos 30º12' y 40º 51' longitud este.

Tiene una superficie total de 799.380 km², siendo tierra firme 786.380 km² y aguas interiores 13.000 km².

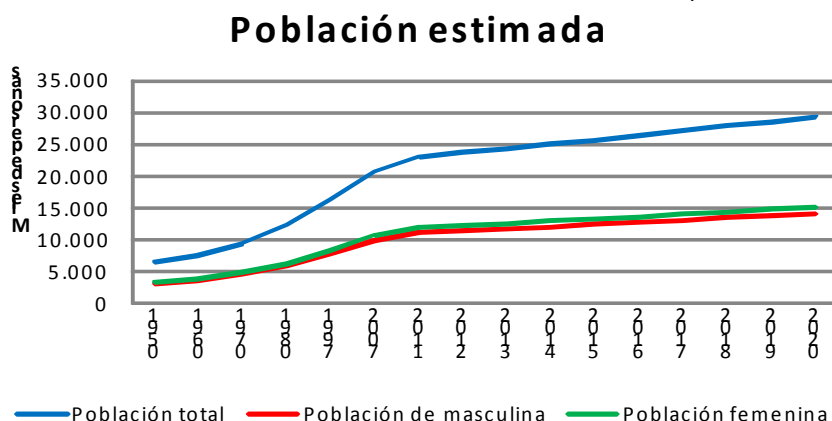
Limita, por el norte con Tanzania. Por el oeste (de norte a sur) con Malawi, Zambia, Zimbabue, República de África del Sur y Suazilandia. Por el sur con la República de África del Sur. Y por el este con el océano Índico, a través del canal de Mozambique (frente a Madagascar). En total cuenta con una frontera terrestre de 4.330 km y una línea costera de 2515 km.

El país está dividido en 11 provincias, de las cuales una de ellas es la capital. Esta división es de carácter administrativo (MTMç, 2011).

A continuación en la tabla 1 se puede ver la distribución poblacional en el país, así como un gráfico evolutivo de la población de Mozambique:

Gráfico 1: Gráfico evolutivo estimado de la población de Mozambique

Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Mozambique, 2011



"Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)"

Figura 1: Mapa de Localización de Mozambique

Fuente: Ministerio de Turismo de Mozambique, 2011



“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Tabla 1: Distribución por provincias de la población y de las superficies de Mozambique

Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Mozambique, 2011

Provincia	Capital	Población Total (1997)	% sobre el total del país	Superficie (km ²)	Densidad de población (Hab/km ²)
Niassa	Lichinga	756.287	5,0	122.176	6,2
Cabo Delgado	Pemba	1.287.814	8,5	77.867	16,5
Nampula	Nampula	2.975.747	19,6	78.197	38,1
Zambezia	Quilimanen	2.891.809	19,1	103.127	28,0
Tete	Tete	1.038.047	6,8	97.285	10,7
Sofala	Beira	1.289.390	8,5	68.018	19,0
Manica	Chimoio	974.208	6,4	61.661	15,8
Gaza	Xai-Xai	1.062.380	7,0	75.539	14,1
Inhambane	Inhambane	1.123.079	7,4	68.615	16,4
Maputo	Maputo	806.179	5,3	26.058	30,9
Maputo (Ciudad)	Maputo	966.837	6,4	300	3222,8
Total		15.171.777		Promedio	23,5

El clima en todo el país es de carácter tropical, pero dentro de éste, se pueden diferenciar cuatro áreas con subclimas claramente diferenciados (MTMç, 2011):

- Tropical húmedo: Situado en todo el norte del país (generalmente por norte del país se entiende las provincias de Niassa, Cabo Delgado y Nampula) y toda la zona costera. Este clima se caracteriza por temperaturas elevadas durante todo el año (18°C de mínima media en la época más fría y 29°C de máxima media en la época más cálida) y precipitaciones elevadas (≈1500-2000 mm) de carácter monzónico.
- Tropical seco: Localizado en la parte interior de las provincias del sur del país (Gaza, Inhambane y Maputo). Las temperaturas son similares, algo más extremas en los máximos y mínimos, y las precipitaciones están más cerca de los 1500 mm.
- Montañoso: Sigue siendo clima tropical pero modificado, principalmente en la temperatura, debido a la altitud. Se localiza cerca de las áreas

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

montañosas de Tete, Manica y Niassa. Las montañas más alta de Mozambique rondan los 2400 m.

- Tropical árido: Con una precipitación mucho más baja, se localiza en el interior de la provincia de Gaza.

Respecto a la orografía, se diferencian también 4 zonas distintas (MTMç, 2011):

- Zona litoral: Cubre un 40 % del país y las altitudes no superan los 200 m. Se desenvuelve en torno a toda la costa litoral y los valles bajos de los grandes ríos.
- Zona de premeseta: Esta zona se encuentra en un rango de 200 a 600 m de altitud. Comprende el 17% del país y se localizan en los *Planaltos de los Macondes* (Cabo Delgado), regiones de Nampula, dunas del interior de Inhambane y la cadena de los Libombos en el sur.
- Zona de meseta: Entre 600 y 1000 m, con un 26 % de la superficie del país. Se localiza en el interior, concretamente entre Manica y Sofala.
- Zona montañosa: Aquí las altitudes son superiores a los 1000 m, llegando hasta los 2436 m en el Macizo de Massururero (entre Manica y Sofala). También destacan en este 13% de superficie la sierra del Gorongosa y la cadena Chire Namuli.

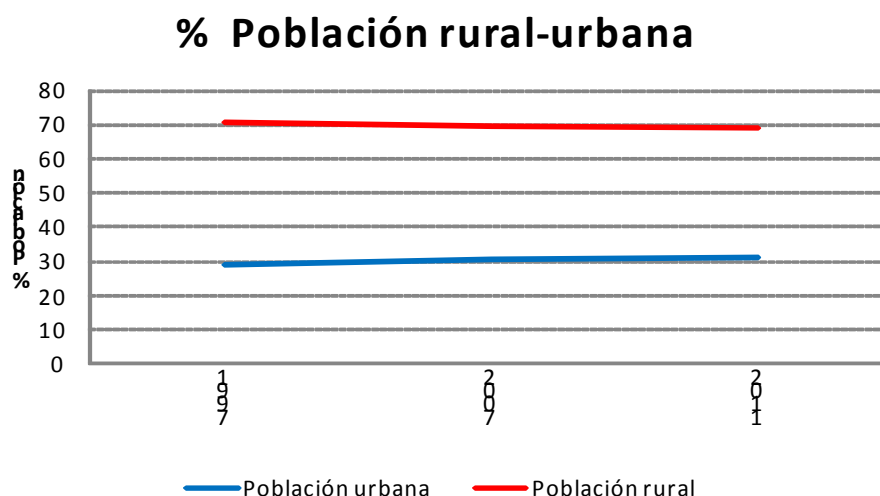
En hidrografía destacan el río Zambeze que parte transversalmente el país en dos, con 820 km y un caudal en la desembocadura de 3424 m³/s. También destacan el río Rovuma con 650 km y el Lúrio con 605 km (Instituto Nacional de Estadística de Mozambique (INEMç), 2010).

2.1.3.-Economía

La economía del país es fruto de la herencia colonialista. Existe una clara diferencia entre el medio rural y el medio urbano. Esta diferencia se debe no solo al nivel adquisitivo, sino a la industrialización, ya que el medio rural es todavía primitivo y de subsistencia.

El medio rural posee una producción de subsistencia a nivel familiar y de grandes multinacionales productoras de cultivos de rendimiento (tabaco, algodón, caña de azúcar). La agricultura familiar supone el 80 % de la agricultura.

Gráfico 2: Distribución de la población entre el medio rural y el urbano
Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Mozambique, 2011



Entre los productos más exportados se encuentran (datos de 2002) (Lusopatía, 2011):

- Electricidad de la presa de Cabora Bassa (Con capacidad para suministrar a toda África Austral).
- Gamba
- Algodón
- Anacardo
- Azúcar
- Té
- Copra (pulpa de coco seco para la producción de aceite)
- Madera (Actualmente exportada en gran cantidad por China)

Además de la agricultura, principal sector que ocupa a la población, también cuenta con una alta riqueza en el subsuelo, poseyendo reservas de carbón, gas natural y el recientemente descubierto petróleo en la costa de Cabo Delgado.

También destaca su situación estratégica para el comercio. Es la puerta de entrada y de salida para los productos provenientes o destinados a Malawi, Zambia, Zimbabue, Zaire y para parte de África del Sur. Destacan sus puertos de Beira, Nacala y Maputo (el 2º más grande de África).

Todo esto ha llevado a que el país haya crecido en los últimos años a un ritmo en torno al 8% anual, que en los últimos años se ha ralentizado hasta un 4%

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

aproximadamente. Cuenta con un nivel de inflación próximo al 8%, que va descendiendo paulatinamente.

El INB (Ingreso Nacional Bruto, antiguamente conocido como PNB) per cápita es de 440 \$. Esto sitúa al país en un *País de Ingreso Bajo* (Banco Mundial, 2011). Es el sexto país por abajo en Índice de Desarrollo Humano, según el Informe de Desarrollo Humano de la PNUD (2007/2008).

La agricultura supone para el país el 31% del INB (2009), manteniéndose con un ligero aumento desde 2005 (28% del INB).

2.1.4.-Educación:

En términos de cultura, el país cuenta con 18 grupos étnicos distintos. Por lo tanto, las costumbres, tradiciones e incluso la lengua, son muy variadas dentro de Mozambique (MTMç, 2011).

La lengua oficial del país es el portugués, que sirve de nexo de unión para todo el Estado, pero existen otras 16 lenguas, como se observa en la tabla siguiente.

Tabla 2: Lenguas étnicas y distribución en Mozambique

Fuente: Ministerio de Turismo de Mozambique, 2011

Lengua	Hablantes (%)	Provincias
Macua	27,7	Nampula/C. Delgado/Niassa
Changa	12,4	Gaza/Maputo
Sena	9,3	Manica/Sofala/Tete/Zambézia
Lomwe	7,8	Zambézia
Shona	6,5	Manica/Sofala
Tswa	5,9	Inhambane
Chuabo	5,7	Sofala/Zambézia
Ronga	3,6	Maputo
Marandje	3,4	Zambézia
Nyanja	3,3	Niassa/Tete
Chope	2,8	Caza/Inhambane
Mwani	2,8	C. Delgado
Nyungwe	2,2	Manica/Tete
Maconde	1,9	C. Delgado
Bitonga	1,9	Inhambane
Yao	1,9	Niassa

El Sistema Educativo está estructurado en cuatro niveles distintos (Castillejo, 2010):

- El primero es la Educación Primaria. Comienza a partir de los 5 años, es asumida por el gobierno y es gratuita en su primera grado, hasta *5ª Classe*, donde los alumnos salen con 9 años y, en teoría, están ya capacitados para

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

leer y escribir. Dentro de esta educación, le sigue un segundo grado de dos años, por lo que los alumnos acaban con 11 años la Educación Primaria.

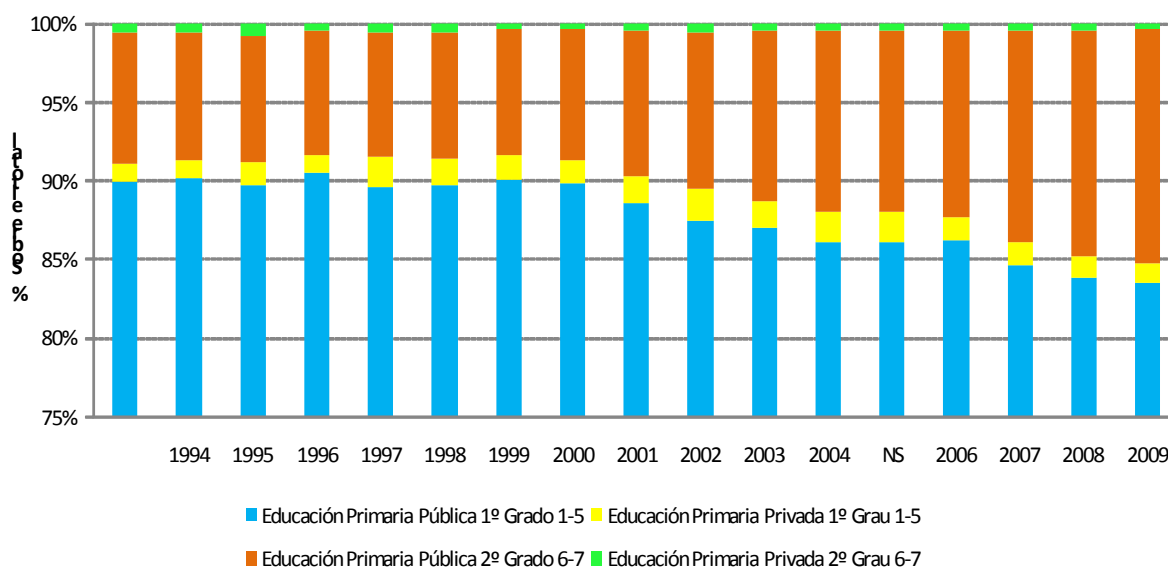
- La Educación Secundaria también está dividida en dos grados. El primero iría de los 12 a los 14 años (*8ª, 9ª y 10ª Classe*), y se denomina nivel básico. El segundo grado o nivel medio supone dos años más.
- Educación Universitaria. Para optar a ella se debe tener superado *12ª Classe* o estar en posesión del título de Nivel Medio de Educación Técnica. En general, las universidades son de carácter privado aunque actualmente el gobierno está fomentando la universidad del Estado. Generalmente, la población que accede a universidades lo hace a través de becas de estudios, ya que no pueden permitirse de otra forma el ingreso en ellas.
- Formación Técnica y Profesional. La diferencia entre ambas estriba en una pequeña modificación del sistema curricular. La formación Profesional está dentro de la enseñanza Técnica, las clases se imparten por módulos, ligados al Proyecto Educativo de la Escuela y va dirigido a la adquisición de competencias adecuadas para el autoempleo. Este es un nuevo reto del país en el cual está invirtiendo muchos esfuerzos. También está dividido en distintos niveles:
 - Nivel elemental: consiste en 2 años.
 - Nivel Básico: consiste en dos años más un periodo de prácticas de 6 meses.
 - Nivel Básico complementario: es un nivel básico pero con un tercer curso en el cual el alumno recibe disciplinas generales. Esto le acredita tras la superación con el título de *12ª Classe* y el de Escuela Técnica.
 - Nivel Medio: consiste en dos años. Para acceder a este se debe tener superado el Nivel Básico en la rama en concreto en que se quiera matricular.

A continuación se puede observar la distribución del alumnado y el número de centros de que dispone el país. Pese a todo, todavía se debe trabajar mucho en la educación, pues la tasa de alfabetización es del 54% (Banco Mundial, 2008)¹¹; si bien, parece que se va por el buen camino, ya que en 1975 estaba en tasas de alfabetización de entre el 85 y 95%.

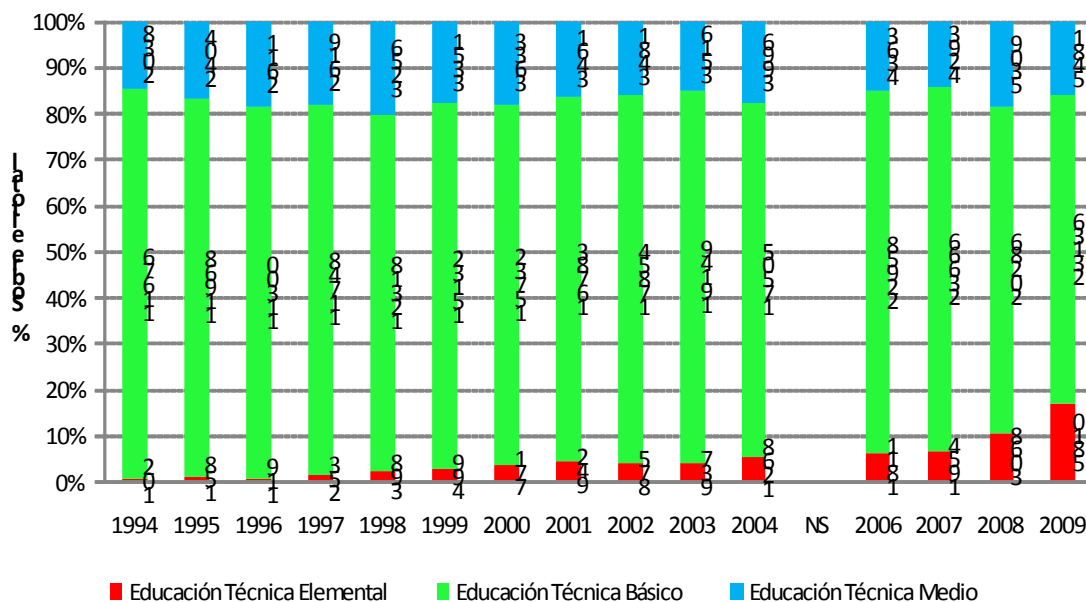
¹¹ La tasa de alfabetización de adultos es el porcentaje de personas de 15 años en adelante que son capaces de leer y escribir, con entendimiento, una proposición simple y breve sobre sus vidas diarias.

Gráfico 3: Distribución del alumnado en la Educación Primaria y Secundaria

Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Mozambique,
2011

Educación Primaria y Secundaria**Gráfico 4: Distribución del alumnado en la Educación Técnica**

Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Mozambique,
2011

Educación Técnica

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Tabla 3: Número de escuelas públicas por nivel educativo en Mozambique en 2008

Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Mozambique, 2008

Nivel Educativo	Nº Escuelas Públicas
Educación Primaria 1º Grado 1-5	9649
Educación Primaria 2º Grado 6-7	2210
Educación Secundaria 1º Ciclo 8-10	286
Educación Secundaria 1º Ciclo 11-12	76
Educación Técnica Elemental	23
Educación Técnica Básica	27
Educación Técnica Media	12

Se puede decir que la estructura educativa es buena, lo que falta es una adecuada puesta en práctica, fomentando la participación en todos los niveles y haciendo más accesibles éstos a la gente, ya que actualmente únicamente la enseñanza más elemental es accesible.

2.2.-Cabo Delgado

2.2.1.-Localización y caracterización

La provincia de Cabo Delgado se encuentra situada en el noreste del país. Hace frontera por el norte con Tanzania a través del río Rovuma, al oeste con la provincia de Niassa, al sur con la provincia de Nampula mediante el río Lúrio, y al este con el océano Índico.

La provincia a su vez se divide en 16 distritos administrativos: Ancuabe, Balama, Chiure, Ibo, Macomia, Mecufi, Meluco, Metuge, Mocimboa, Montepuez, Mueda, Muidumbe, Namuno, Nangade, Palma y Quissanga.

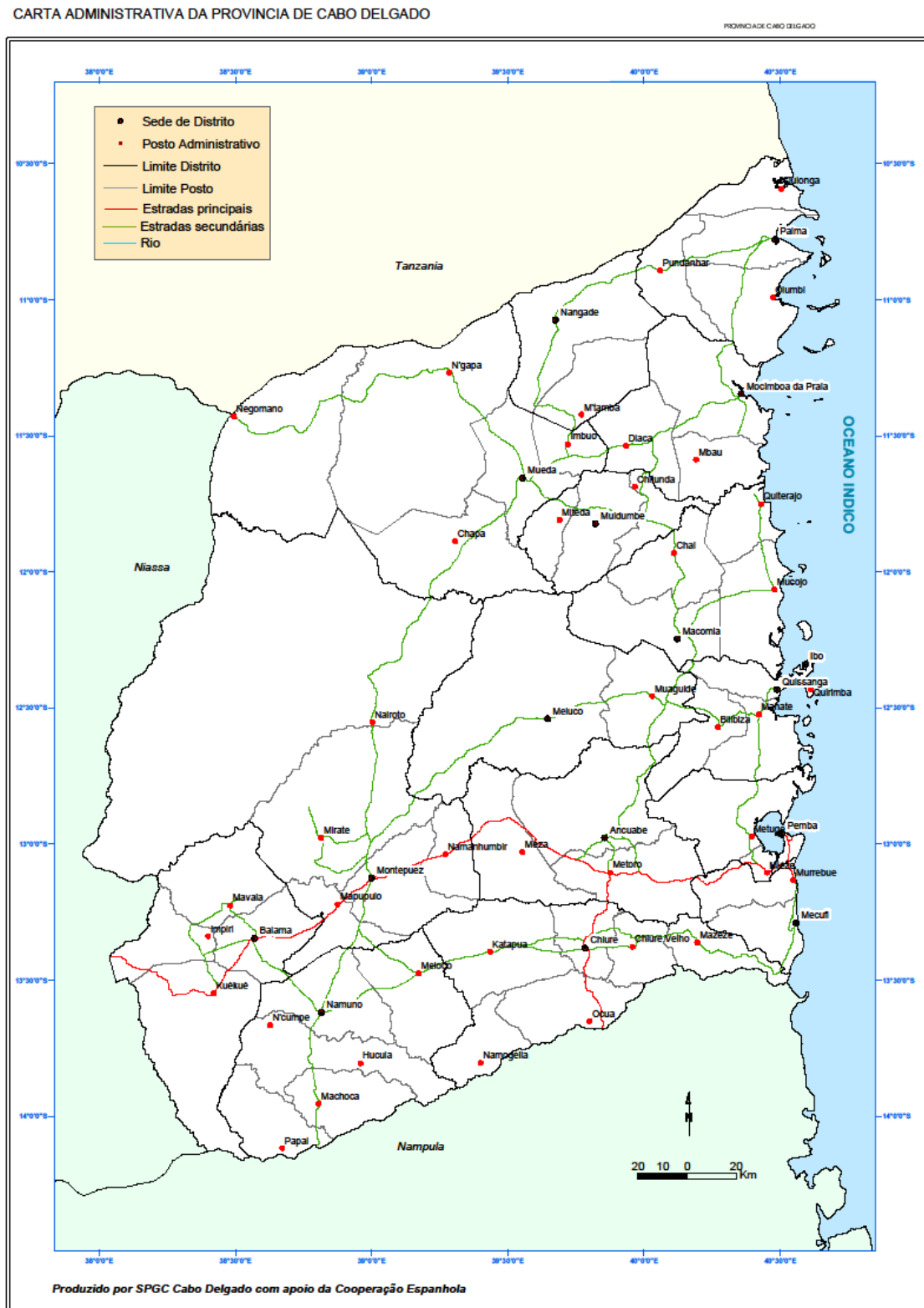
Cuenta con 2 ciudades (Montepuez y Pemba, está última capital de la provincia), 3 municipios, 56 puestos administrativos, 134 localidades y cerca de 756 aldeas.

Ocupa una superficie de 8.000.000 ha, de las cuales se estiman (1991) 210.000 ha destinadas a la agricultura de secano, 5.570 ha a la pecuaria, 830.000 ha a silvicultura, 1.600 ha de agricultura de regadío, 166 ha de salinas y 1.000 ha de zonas urbanas.

Es la cuarta provincia con mayor número de habitantes y la cuarta también en densidad de población como se puede ver en la Tabla 1. La distribución de la población es desigual, localizándose la mayoría de la población en el medio rural (Gráfico 5).

La población pertenece a 3 grupos étnicos distintos. Los *Mwani*, localizados en la costa norte de la provincia. Los *Maconde* localizados en el interior norte. Y los *Macuas*, etnia mayoritaria y que se localiza en la parte centro y sur de la provincia.

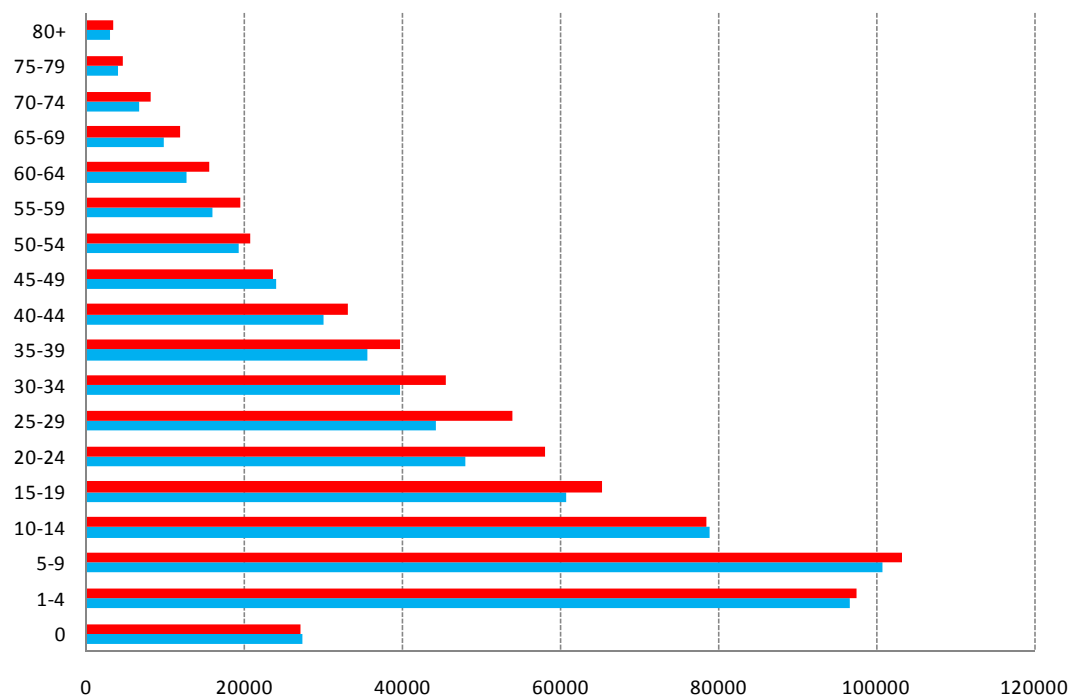
Figura 2: Mapa de la Provincia de Cabo Delgado
Fuente: GETINSA y AECID (Libro Blanco de C. Delgado), 2000



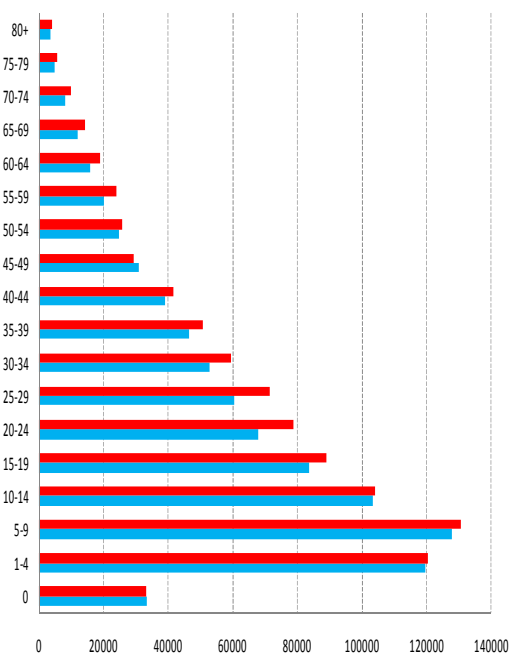
“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Gráfico 5: Pirámide poblacional de la provincia de Cabo Delgado
Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Mozambique, 2011

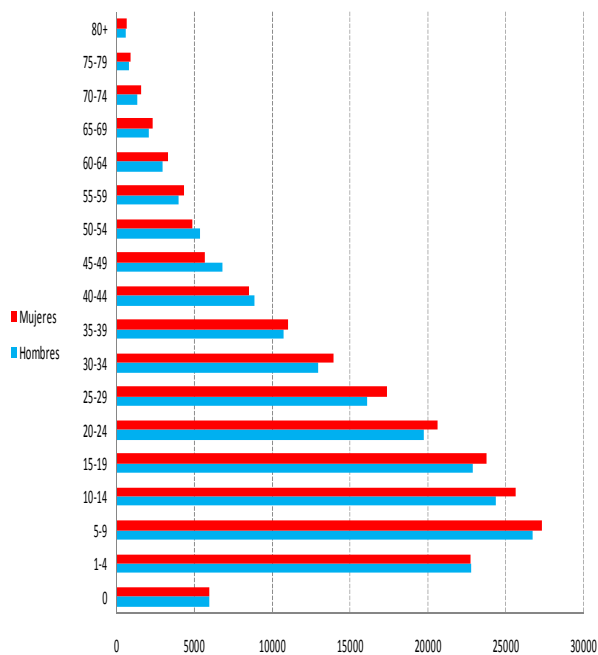
Distribución por edades de la población rural de C. Delgado



Distribución por edades de la población total de C. Delgado



Distribución por edades de la población urbana de C. Delgado



“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Su climatología está claramente condicionada por dos estaciones bien diferenciadas. Posee una estación lluviosa de Noviembre a Abril, y una seca de Mayo a Octubre. La temperatura media de la primera es de 25 a 27°C y en la segunda de 22 a 25°C.

Los distritos más fríos son Mueda (22°C), seguido de Namuno, Balama y Montepuez (24-25°C). Los más cálidos son Mocimboa de Praia y Metuge (25-26°C de media).

Disponen de unas 2.600 horas de sol al año en el norte de la provincia y se alcanzan las 3.000 horas al año en el sur. Las máximas horas de luz al día se producen entre Octubre y Diciembre y las mínimas entre Febrero y Marzo, siendo la variación del fotoperiodo de una hora y media y durando éste de media 12 h.

La provincia cuenta con dos grandes ríos de caudal constante. Son el Lurio en la frontera sur y el Rovuma en la norte. Hay que tener en cuenta que estos ríos reciben sus aportaciones en otras provincias o incluso otros países.

Además de estos ríos, existen otros de menor importancia como: Megaruma, Montepuez, Messalo o Lugenda (GETINSA y AECID, 2000).

2.2.2.-Economía

La principal actividad económica de la provincia es la agricultura con un 49,8%, seguida del comercio (13,4%) y el transporte y comunicaciones (7,2%). Genera el 5% del INB del país.

Aunque es la agricultura la actividad económica principal y el medio rural el que más población posee, actualmente está impulsándose el turismo en la provincia como un punto fuerte de la economía.

Es muy destacable el hallazgo de gas y petróleo en la costa de la provincia.

La industria es muy limitada en la región, y esto se ve agravado a su vez por las deficientes comunicaciones dentro de la provincia y con otras provincias vecinas.

La clasificación de las familias rurales, las mayoritarias, se puede presentar según la clasificación de la FAO –Sistema Regional de Información sobre Seguridad Alimentaria y Nutricional.

La mayoría de las familias rurales son de carácter medio, siendo, dentro de las restantes, mayor el número de nivel pobre que de rico (GETINSA y AECID, 2000).

Tabla 4: Caracterización socioeconómica de las familias de la provincia de C. Delgado
Fuente: GETINSA y AECID, 2000

TIPO DE FAMILIA	POBRE	MEDIA	RICA
Área cultivada (ha)	0,5-1	1,5-3	>3
Duración de las reservas de los alimentos producidos	3-7 meses	8-12 meses	10-12 meses
Producción de animales	Muy pocos	De pequeño porte	Abundantes de pequeño porte y algo de ganado mayor
Culturas de rendimiento	No cultivan	Algunas veces producen	Algodón, tabaco, anacardo, coco
Fuentes de ingreso	Escasas, Bº bajo	Varias, Bº medio	Especializadas, pocas, pero con Bº alto
Bienes	No	Algunos: radio, bicicleta, móvil...	Muchos
Educación*	Bajo nivel escolarización	EP1, EP2	EP1, EP2, Nivel superior
Salud	Acceso difícil a los servicios. Condiciones higiénicas deficitarias	Acceso parcial a los servicios. Condiciones higiénicas aceptables	Acceso total a los servicios. Condiciones higiénicas buenas
Consumo	Gasto de la mayoría de los ingresos en alimentación	Gasto en alimentación del 25-50%	Alto gasto en bienes y diversificación de la alimentación

*EP1: Educación Primaria (1º-3º); EP2: Educación Primaria (3º-6º); Nivel superior: Escuela Secundaria (6º-12º)

2.2.3.-Educación

El nivel educativo dentro de la provincia aun presenta importantes deficiencias, como se puede ver en la Tabla 5. En 2004 se valoraba la tasa de analfabetización de la provincia en el 87,7%.

Aunque actualmente se está trabajando mucho para que toda la población tenga acceso a la educación, lo cierto es que por distintas circunstancias esto no es posible.

Faltan escuelas que permitan acceder a la población más rural a la educación. Falta también un número importante de profesores adecuadamente formados (Gobierno de Mozambique (GMç), 2005) que puedan atender correctamente las necesidades. Dificultades familiares: económicas, laborales, madres muy jóvenes...

"Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)"

Además de este acceso a la educación para la nueva población, no hay que olvidar el bajo nivel educativo de la población adulta, la cual por distintos motivos no tuvo acceso a ella. En esta línea también se trabaja a través de programas para alfabetización de adultos.

Tabla 5: Nivel de alfabetización en la población mayor de 5 años en C. Delgado

Fuente: Libro Blanco de C. Delgado, 2000

	Mujeres	%	Hombres	%	Total	%
Saben leer y escribir	50.250	9,1	159.262	30,2	209.512	19,4
Sólo saben leer	6.239	1,1	10.245	1,9	16.484	1,5
No saben leer ni escribir	489.875	88,4	349.897	66,4	839.772	77,7
Desconocido	7.607	1,4	7.512	1,4	15.119	1,4
Total	553.971	100	526.916	100	1.080.887	100

En muchas escuelas se impone un sistema de internamiento, con el fin de facilitar a los alumnos la asistencia a las aulas, al no tener que recorrer grandes distancias diarias hasta la escuela. También permite disminuir el absentismo escolar.

En la provincia de Cabo Delgado, actualmente se dispone de 5 escuelas profesionales y se espera que este año se abra una nueva (Castillejo, 2010):

- Instituto Industrial y Comercial de nivel básico y medio para las áreas de contabilidad, electricidad y mecánica, en la ciudad de Pemba.
- Escuela Agropecuaria de Bilibiza de nivel básico y medio en el distrito de Quissanga.
- Escuela Agropecuaria de Ocuá de nivel básico y con cursos de carpintería en el distrito de Chiure.
- Escuela Profesional Agropecuaria de Mariri de nivel básico en el distrito de Ancuabe.
- Escuela Industrial y de Artes y Oficios de nivel básico y elemental en el distrito de Montepuez.
- Escuela de mecánica, electricidad y pesca, de nivel básico, en el distrito de Macomía (De próxima apertura).

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

2.3.-Distrito de Ancuabe

2.3.1.- Localización y caracterización

El distrito de Ancuabe se encuentra en la zona sur de la Provincia de Cabo Delgado. Dista 127 Km de Pemba, capital de la provincia. Limita al norte con el distrito de Meluco, al sur con el de Chiure, al oeste con Montepuez y al este con Pemba-Metuge y Quissanga.

Cuenta con una superficie de 4.836 km² y se estima su población en 2005 en 108.924 habitantes (Densidad de población de 20,9 hab/km²).

La población es predominantemente joven, con un 43% de ella por debajo de los 15 años (2005), y predomina el sexo femenino con un 52% de la población (INEMç, 2010).

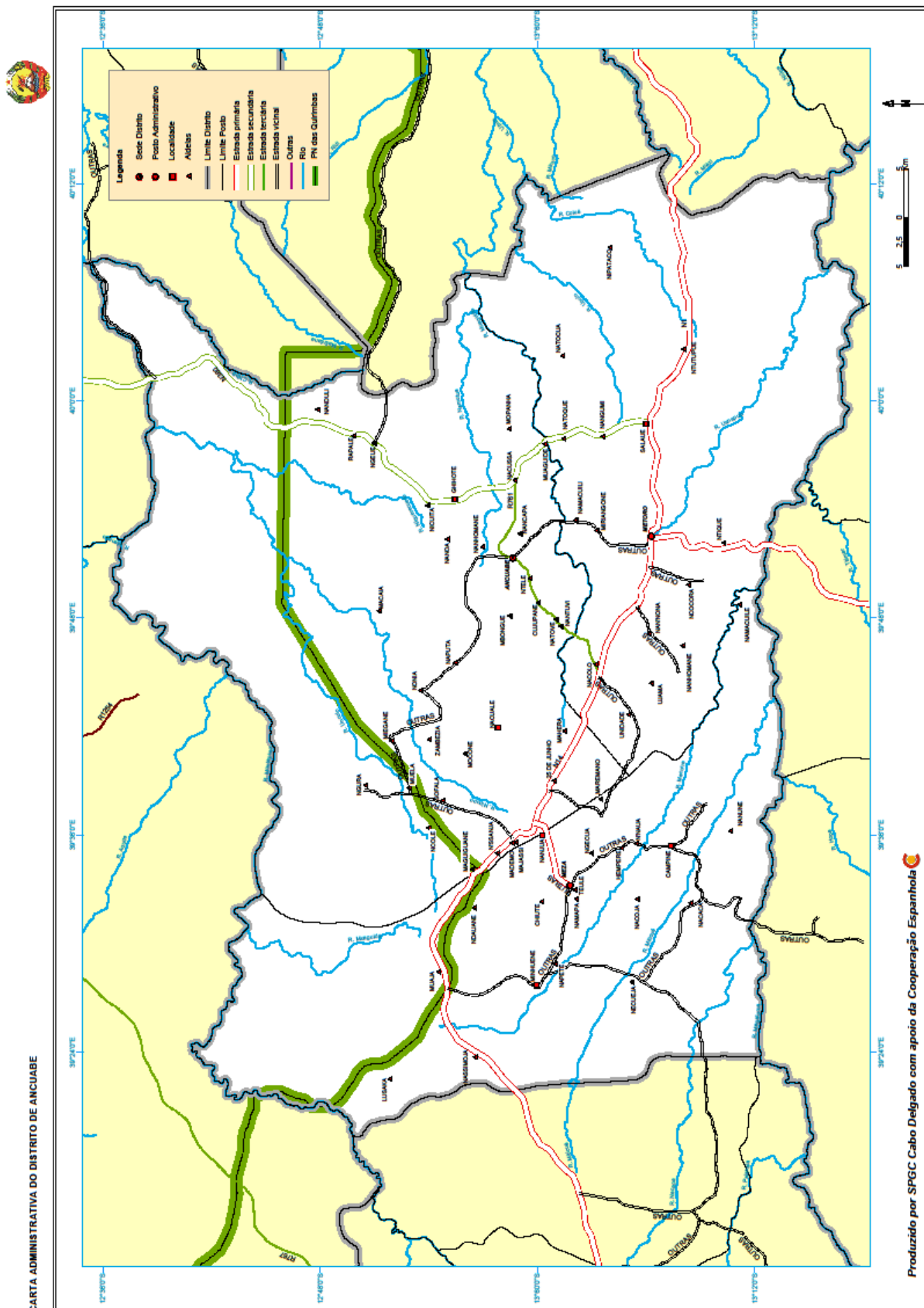
El distrito está atravesado por dos vías principales. Una atraviesa de este a oeste Ancuabe, y une Pemba con Montepuez. Otra, de norte a sur, es la vía que da acceso a los distritos del norte de la provincia. El resto de carreteras son secundarias y terciarias, en su mayoría de tierra batida y en malas condiciones de conservación.

El distrito está dividido en 3 puestos administrativos, nueve localidades y cerca de 38 poblados y aldeas. Los puestos administrativos son: Ancuabe-sede, Metoro y Meza.

La climatología es de tipo semiárido a subhúmedo seco, con precipitaciones entre 800 y 1200 mm, y una evapotranspiración de entre 1300 y 1500 mm. La temperatura media es de 20 a 25°C. La humedad relativa está en torno al 60-70%.

El distrito está atravesado por tres cursos principales de agua, de carácter estacional: río Muaguide, río Montepuez y río Megaruma (GMç, 2005).

Figura 3: Mapa del Distrito de Ancuabe
Fuente: GETINSA y AECID, 2000



2.3.2.- Economía

La economía del distrito, al igual la del resto de la provincia, se basa en la agricultura. El 95% de la población activa se concentra en el sector primario. En el secundario y terciario es del 2% y 3%, respectivamente

Esta agricultura es de carácter familiar con una superficie media de 1,1 ha por unidad familiar y trabajado por lo general por tres miembros de la familia.

La zona tiene el mayor potencial productivo de la provincia, con suelos residuales profundos y bien drenados en general. Se practica una agricultura de secano, aprovechando las épocas de lluvias, ya que la retención de agua en el suelo es limitada.

Predominan los cultivos alimentarios: maíz, mandioca, leguminosas y cacahuete. También se producen cultivos de rendimiento: algodón y sésamo. Y existe una producción de leñosas, no controlada, centrada en el anacardo (GMç, 2005).

Tabla 6: Producción agrícola familiar

Fuente: Gobierno distrital de Ancuabe, 2010

Cultivos	Área cultivada (ha) 07/08	Área cultivada (ha) 08/09	Producción (Tn) 07/08	Producción (Tn) 08/09
Maíz	15.000	16.000	12.000	13..950
Sorgo	5.500	1.300	2.200	3.115
Mandioca	18.000	19.050	36.000	74.000
Leguminosas (Alubias)	7.600	7.310	2.280	5.100
Cacahuete	7.200	8.850	2.100	5.600
Arroz	5.800	7.000	440	555
Sésamo	5.800	7.000	1.739	2.600
Algodón (Familiar)	1.500	1.200	750	720

Existen tres tipos generalizados de producción (GETINSA y AECID, 2000):

- En zonas de planicie baja se cultiva en época de lluvias mandioca, maíz y leguminosas en asociación; y en época seca arroz en los valles fluviales.
- El segundo está dominado por el cultivo de la *mapira* (sorgo), en ocasiones asociado con maíz y leguminosas. La mandioca es el cultivo más importante, tanto en asociación con otros cultivos como en cultivo aislado.
- El último sistema es el cultivo del algodón, cultivo de rendimiento, organizado por la empresa PLEXUS.

De todas las tierras adecuadas para el cultivo, solamente están explotadas un tercio de ellas. Los sistemas de regadíos son casi inexistentes, existiendo únicamente cerca del puesto administrativo de Meza, uno para la producción de hortalizas.

Las culturas hortalizas, de bajo consumo por la población, se cultivan en época seca en los márgenes de los ríos.

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

La pecuaria es limitada, existiendo una producción familiar y no controlada de animales de pequeño porte (ovino y caprino, y gallinas). La producción de porcino es limitada al ser una población mayoritariamente musulmana.

Otro pilar económico es la minería. La región cuenta con una industria de explotación de grafito, además de formaciones rocosas explotadas como canteras y algunos puntos con piedras semipreciosos.

El comercio es escaso. Existen unos 30 establecimientos de carácter informal y unos 43 de carácter formal que abastecen a la población de los bienes básicos.

No existe en el distrito ninguna institución bancaria (GETINSA y AECID, 2000).

2.3.3.- Educación

Según datos de 2002 a 2005, la tendencia en la escolarización es la de incrementar alumnos matriculados, llegándose al 87 % de la población infantil escolarizada en Educación Primaria de primer grado.

Esta tendencia no solo se presenta en el número de alumnos, sino también en el número de escuelas, pasándose de un total de escuelas en 2005 de 52 a las 69 en el año 2010. Éstas están distribuidas en 53 escuelas de Educación Primaria de primer grado, 13 de segundo grado; 2 escuelas de Educación Secundaria y una escuela profesional (INEMç, 2010).

Destaca de todas las escuelas la Escuela Internado de Mariri, la cual cuenta con un centro de educación secundaria desde 8ª hasta 10ª classe, con cerca de 1300 alumnos. Además de la escuela secundaria, cuenta con una escuela profesional agropecuaria de nivel básico, que en el curso pasado (2010) contaba con 83 alumnos entre los dos cursos (Catillejo, 2010).

Es en esta última escuela, Escuela Profesional de Mariri, en la que se centra el presente Trabajo Final de Carrera.

2.4.- Escuela Profesional de Mariri

2.4.1.- Introducción

La escuela antiguamente fue una misión. Fundada en 1946, era la primera escuela de educación de Mozambique en el medio rural, como escuela de artes y oficios. Se denominó Misión del Inmaculado Corazón de María, de donde derivaría el nombre actual de Mariri. Más tarde pasaría a convertirse en un seminario y se construiría en los terrenos cercanos a ella una casa de formación de monjas (1960). En 1970 abre sus puertas como colegio y centro internado, funcionando conjuntamente con el seminario.

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Durante la independencia del país, en el año 1975, la escuela pasó a manos del partido FRELIMO. Se convirtió así en una de las tres escuelas que el partido tenía en el país, siendo la escuela de referencia de la zona norte. A partir de 1992, tras el fin de la guerra civil, la escuela pasó al control del gobierno, funcionando hasta hoy como escuela secundaria y centro internado.

En febrero de 2009 se inaugura, dentro de la misma escuela, la Escuela Profesional Agropecuaria de Mariri. Esta escuela tiene por objetivo formar alumnos en estas disciplinas. La gestión de la escuela corre a cargo del Gobierno de Mozambique, con una tutela inicial de dos años por parte de Cáritas Mozambiqueña. La dirección es conjunta con la escuela secundaria, pero en un futuro está planificada la separación de las dos escuelas con órganos gestores independientes, con el objetivo de facilitar el funcionamiento de ambas.

Los estudios de la escuela se dividen en dos cursos y un periodo de prácticas, preferiblemente en alguna empresa o asociación de agricultores, de 6 meses.

Los requisitos para poder matricularse en la escuela son:

- Haber completado 7ª classe.
- Poseer cédula o BI (*Billete de Identidad*).
- Edad media entre 13 y 20 años.
- Los alumnos deben ser de los alrededores del distrito de Ancuabe.
- El alumno que cumpla los requisitos superiores, deberá abrir un campo de 20x25 m, tras lo cual podrá matricularse.

En el año 2010 la Escuela Profesional cuenta con 2 clases por curso. En el primer curso hay 37 alumnos (5 mujeres y 32 hombres) y en el segundo 48 alumnos (21 mujeres y 27 hombres). En total la escuela cuenta con 85 alumnos. Además posee 6 profesores para impartir las disciplinas técnicas: 3 básicos, 2 medios y 1 superior. Las disciplinas generales (matemáticas, lengua, inglés, física...) son impartidas por profesores de la escuela secundaria.

En la escuela se imparten las aulas mediante Sistema Modular, ya explicado en el apartado 2.1.4. Cada profesor decide en cuantos módulos divide su asignatura.

Los tiempos lectivos de las materias técnicas se distribuyen en un 40% teoría y un 60% prácticas, en los cursos básicos, mientras que en el curso complementario, se invierten los valores: un 60% teoría y un 40% prácticas.

Las evaluaciones se dividen en dos partes: una formativa (el 60% del valor), en la que se tienen en cuenta la parte práctica, la participación, asistencia, actitud, etc.; y una sumativa (el 40% del valor) donde se examina la parte teórica por medio de un examen al final de cada módulo, y en caso de suspender, hasta con dos recuperaciones por módulo.

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Para superar el curso el alumno deberá haber superado un porcentaje de los módulos de las disciplinas generales y específicas, o no suspender más de 5 módulos de diferentes disciplinas.

A continuación se presenta el horario que en el curso 2010 tenía la Escuela Profesional de Mariri.

Tabla 7: Horario de la Escuela Profesional de Mariri

AP1	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
1ª (7:00)	Frut	P. AgriGer	FAM	Hort	Frut
2ª	FAM	P. AgriGer	C.Ar v	I	R.T.
3ª	Ext	P. AgriGer	Zoot	F	R.T.
4ª	P	P. AgriGer	H.S.T.	Mat	P.Frut
5ª	Mat	P. AgriGer	P	Bio	P.Frut
6ª (12:15)			AgriGer	Ext	Q
7ª (14:00)	Zoot	AgriGer	M	P	
8ª	F	C. Ar v	I	Q	
9ª (17:00)	Ext	E.F.	E.F.	Hort	
AP2	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
1ª (7:00)	P. AgriGer	FAM	AgriGer	P	H.S.T
2ª	P. AgriGer		I	Bio	Q
3ª	P. AgriGer	I	FAM	Frut	Bio
4ª	P. AgriGer	P	C.Ar v	I	R.T.
5ª		Mat	E.F.	Ext	R.T.
6ª (12:15)		Hort	Zoot	Mat	Mat
7ª (14:00)	I	C. Ar v	Frut	AgriGer	P
8ª	Ext	Zoot		Hort	P.Frut
9ª (17:00)	E.F.			Q	P.Frut

Frut: Fruticultura
 FAM:Herramientas
 Ext:Extensión rural
 P:Portugues

Mat:Matemáticas
 AgriGer:agricultura General
 C.Ar v: Culturas Arvenses
 Zoot: Zootecnia

AP3	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
1ª (7:00)	P.ProdAnim	ProdAnim	I	Ext	P. AgriGer
2ª	P.ProdAnim	P.Frut	C.Simp	ProdAnim	P. AgriGer
3ª	Ext	P.Frut	C.Simp	FAM	P. AgriGer
4ª	E.F.	R.T.	ProdAnim	FAM	P. AgriGer
5ª	C.Arsv	R.T.	Q	Mat	P. AgriGer
6ª (12:15)	P	C.Arsv	E.F.		Q
7ª (14:00)	Frut	Hort	P	P	F
8ª	Frut	Hort	Mat	I	AgriGer
9ª (17:00)	Q	F	Mat		AgriGer
AP4	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
1ª (7:00)	C.Arsv	C.Arsv	P.ProdAnim	ProAnim	Hort
2ª	C.Simp	P. AgriGer	P.ProdAnim	P	Hort
3ª	C.Simp	Mat	I	AgriGer	ProdAnim
4ª	Frut	Ext	Mat	AgriGer	Frut
5ª	E.F.	Ext	Mat	FAM	R.T.
6ª (12:15)	E.F.	F		FAM	R.T.
7ª (14:00)	I	Bio	P. AgriGer	P.Frut	
8ª		F	P. AgriGer	P.frut	P
9ª (17:00)			P. AgriGer		P

H.S.T.: Higiene y Seguridad en el Trabajo

I: Inglés

Bio: Biología

Q: Química

F: Física

E.F.: Educación Física

ProdAnim: Producción Animal

C. Simp: Contabilidad Simplificada

2.4.2.- Localización y distribución

La escuela Profesional de Mariri se localiza en la provincia de Cabo Delgado, distrito de Ancuabe. Se encuentra a 127 km de Pemba, capital de la provincia.

Está distanciada 17 km de la carretera nacional que da acceso a la capital de la provincia y a Montepuez, segunda ciudad en importancia de la provincia. Tanto la carretera principal, como el desvío de 17 km desde Nanjua, están asfaltados y en buenas condiciones. Los trasportes públicos son dos al día, uno por la mañana y otro por la tarde. La mayoría de las personas que acuden habitualmente a Mariri se desplazan hasta la escuela a pie o en bicicleta.

El terreno es predominantemente una planicie, con dos elevaciones rocosas que no alcanzan los 20 metros de altura (Serviços Provinciais de Geografia e Cadastro (SPGC), 2010).

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

La escuela cuenta con una superficie de unas 270 ha (Escuela Secundaria y Profesional), de las que, solo una pequeña parte está en producción (Este punto se desarrolla más ampliamente en el apartado 4.1).

Las producciones de la escuela Secundaria en el año 2008-2009 fueron las siguientes:

Tabla 8: Producción escolar de Mariri 2008/2009

Fuente: Gobierno de la provincia de Cabo Delgado, Dirección Provincial de Educación y Cultura

Cultura	Producción (Tn)
Maíz	3,00
<i>Feijão Nhemba</i>	0,60
Patata	0,20
Col-Repollo	0,55
Tomate	0,25
Lechuga	0,20
Cebolla	0,15

Para la campaña 2009 y 2010 para las dos escuelas las estimaciones de producción y superficie cultivada son las siguientes:

Tabla 9: Previsiones de producción (Tn/ha) para las campañas 2009-2010

Fuente: Fuentes de verificación de Cáritas Diocesana de Pemba

Cultura	Campaña 2009*	Campaña 2010**
Maíz	1,8 Tn	1,8 Tn
<i>Feijão</i>	0,8 Tn	0,5 Tn
Hortícolas	3,0 Tn	0,9 Tn
Anacardo		3 ha
Cítricos		0,5 ha

*Escuela Secundaria

**Escuela Profesional

Como infraestructuras están: la Escuela Profesional y la Escuela Secundaria, los dormitorios, unas ruinas, el puesto de salud, la carretera que pasa por el límite entre la Escuela Profesional y la Secundaria (Mesa-Ncampine) (Ver Anexo N°1-Plano 1, puntos del 8 al 21).

Figura 4: Aulas de la Escuela Profesional de Mariri

Fuente: Elaboración propia

**Figura 5:** Dormitorios masculinos y depósito para uso de la Escuela Profesional de Mariri

Fuente: Elaboración propia



La mayoría de las infraestructuras han sido o están siendo rehabilitadas y construidas por Cáritas Diocesana de Pemba. Los edificios rehabilitados son edificios de la antigua misión, con estructuras en su mayoría cuadrangulares con patios internos. Las cubiertas eran de teja, siendo sustituidos en las rehabilitaciones actuales por cubiertas de chapa.

Por su parte, los edificios de nueva construcción presentan una planta tipo, al igual que todas las escuelas del país, de tipo rectangular, algo sobreelevadas y con un pequeño porche delantero. Los techos en su mayoría son de chapa, con entramado de vigueta de madera tratada contra la termita.

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

2.4.3.- Recursos de la escuela de Mariri

Los recursos materiales de la escuela son, en cierto grado, limitados; no así los naturales, que son abundantes y casi se podría decir ilimitados.

Tierra

La Escuela cuenta con una superficie de 270 ha como ya se ha mencionado anteriormente. Esta superficie se reparte entre la Escuela Profesional y la Escuela Secundaria. El reparto de tierras, en una futura separación administrativa de las escuelas se realizará dejando las tierras a la margen derecha del camino Nanjua-Ncampine para la Escuela Secundaria, y a la margen izquierda del camino para la Escuela Profesional. Con este reparto los terrenos de la Escuela Secundaria serán algo mayores, pero también lo es el número de alumnos. Además, es una pequeña parte del terreno el que se cultiva, cediéndose terreno a las poblaciones vecinas para que lo cultiven si lo desean.

Agua

Dentro de la escuela existe un río principal llamado Mecori y tres afluentes, uno sin nombre y los otros dos llamados Praia y Mihecane. Existen tres lagunas junto a la escuela que son empleadas para el abastecimiento de agua de la escuela.

Figura 6: Laguna de la Escuela de Mariri

Fuente: Elaboración propia



Mariri cuenta con un tanque principal de 20.000 l, que por gravedad abastece a 3 tanques de 5.000 l para uso de los alumnos y profesores. A estos 3 tanques, se les han incorporado recientemente 4 tanques más de 5.000 l para el riego por gravedad de las parcelas. El sistema de riego por gravedad se desarrolla más ampliamente en el apartado 4.2.

Edificios

La Escuela Profesional cuenta en la actualidad con los siguientes edificios:

- Dos edificios de aulas, con 2 aulas cada uno de ellos (Figura 4). Uno de ellos fue levantado por la organización suiza Elvetas, y el otro por Cáritas Diocesana de Pemba. Se localizan separados, uno perpendicular al otro, formando una pequeña plazoleta abierta junto con el edificio de dormitorios masculinos. Corresponden a al número 8 del plano 1 (Anexo Nº1)
- Un dormitorio masculino para los alumnos internos (Figura 5). Está dividido en dos estancias con literas corridas. En un extremo del edificio existe un pequeño almacén donde actualmente se guarda todo el material agrícola de la escuela. En un futuro se trasladará a dos nuevos almacenes en construcción. Junto al edificio, pero fuera de este, se encuentra la casa de baños, con duchas y letrinas para los alumnos. El dormitorio masculino se corresponde con el número 10 del plano 1 (Anexo Nº1).
- Un dormitorio femenino para las alumnas internas. Este dormitorio es compartido con las alumnas de la escuela Secundaria, dado que el número de alumnas es bastante inferior con respecto al de alumnos. En dicho edificio los baños se encuentran dentro del mismo edificio. Sería el nº 12 del plano 1 (Anexo Nº1).
- Un aviario, dividido en cuatro habitáculos. El aviario en la actualidad da cabida a pollos de engorde en un habitáculo, y a gallinas locales en otros dos. En un futuro no muy lejano se pretende construir una cerca junto al edificio para permitir la salida de las gallinas locales fuera del aviario durante el día. Junto a esta cerca, se construiría otra para los conejos que de forma provisional están ocupando a día de hoy el último habitáculo. El aviario es el nº 14 del plano 1 (Anexo Nº1), y el espacio donde se quiere construir el cercado sería el que queda entre el nº14 y el nº 10 (Dormitorio masculino), dejando un pequeño espacio con éste.
- Un edificio de almacenes. Dividido en tres almacenes, se quieren emplear para guardar: los productos químicos (Abonos, pesticidas, etc.) en uno, las raciones de los animales en otro, y los productos recolectados en otro. Así quedaría libre únicamente para las herramientas agrícolas el almacén junto al dormitorio masculino, más cercano a la zona de aulas. Este edificio se corresponde con el nº15 del plano 1 (Anexo Nº1).
- Un edificio para dormitorio de los profesores de la escuela. En el podrán vivir los profesores durante sus dos primeros años en la escuela, si lo desean. Además cuenta con dos habitaciones para que pernocte gente que vaya de visita o de forma temporal a la escuela. Cuenta con baños comunes

y un espacio de comedor-sala común. A finales del año 2010 estaba en su última fase de construcción. Se trata del nº 13 del plano 1 (Anexo Nº1).

- Un edificio administrativo, a día de hoy en rehabilitación. Albergará el bloque administrativo de la escuela cuando se separen, según proyecto del ministerio de educación, la dirección de las dos escuelas. Además albergará la sala de profesores y despachos docentes, y la biblioteca de la Escuela Profesional, que hoy en día es compartida con la Escuela Secundaria y se localiza en el edificio de ésta (punto nº 9 del plano 1, Anexo Nº1). El edificio administrativo de la Escuela Profesional se corresponde con el nº 16 del plano 1 (Anexo Nº1).
- Un corral para pequeños rumiantes y un vivero. Ambos edificios han sido construidos por los profesores y alumnos de la escuela con material local (cañas de bambú, cuerdas de corteza de árbol y techos de *capim*). El corral está dividido en dos partes, para poder separar en un futuro el ganado ovino del caprino. El vivero, básicamente presenta un pequeño cerramiento lateral y una cubierta para sombreo. Con material de desecho de las obras de rehabilitación de los edificios de la escuela se quiere construir pequeños bancales que puedan facilitar las labores de sementera. Corresponderían a los cuadrados rayados del punto nº3 del plano 1 (Anexo Nº1). El más cercano a la escuela es el corral de pequeños rumiantes y el más cercano a los campos, el vivero. La zona está prevista vallarla en un futuro no muy lejano, para facilitar el manejo del ganado.

Figura 7: Corral de pequeños rumiantes

Fuente: Elaboración propia



“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Electricidad

En la actualidad la escuela no cuenta con electricidad, ya que la red eléctrica sigue el curso de la carretera. En un futuro, no muy lejano, está previsto llevar la red desde Nanjua hasta Mariri, por lo que todos los edificios de nueva construcción o rehabilitados presentan la instalación eléctrica colocada.

Utillería

La escuela cuenta con una motobomba a gasóleo; pero las reparaciones son un inconveniente, además del precio del combustible. En el mes de agosto de 2010 se ha recuperado una bomba pedestre y se ha suministrado una manguera de 250 m para poder regar la huerta en caso del que el sistema de riego por gravedad falle. A todo esto y como último recurso, se añaden 40 regaderas.

Figura 8: Bomba pedestre funcionando en la Escuela de Mariri

Fuente: Elaboración propia



El material de trabajo agrícola con el que cuenta la escuela es:

- Rastrillos
- Picos
- Azadas

- Palas
- Mochilas pulverizadoras
- Tijeras de poda
- Baldes
- Yunta de bueyes
- Motocultor
- Cintas métricas

Figura 9: Azadas viejas y motocultor, antes de ser reparado, de la Escuela de Mariri
Fuente: Elaboración propia



2.4.4.- Dificultades

La Escuela presenta ciertos problemas que dificultan el normal funcionamiento del mismo o su avance. Estas dificultades se extraen de reuniones con el cuerpo docente de la escuela. Estos problemas son los siguientes, siendo de especial importancia el último:

- Falta de recursos para una producción adecuada: Las herramientas con las que cuenta la escuela no están en buenas condiciones. Las reparaciones son costosas y es difícil acceder a los técnicos competentes que las puedan llevar a cabo. Además de estos problemas técnicos, existen los propios de liquidez, llegando al extremo, por ejemplo, de no tener dinero para poder comprar combustible y así poder regar mediante el empleo de motobomba.
- Climatología adversa: Es sabido que el país, y también la región, cuenta con una marcada estación seca. Esta se puede salvar mediante el riego de las parcelas, pero no así la estación lluviosa, que puede hacer perderse las cosechas por exceso de agua, por desarrollo de enfermedades (elevadas

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

humedades y temperaturas), o por impedir entrar en las parcelas para realizar labores.

- Incompatibilidades de fechas de cultivo y calendario escolar: En ocasiones la salida de los alumnos de la escuela en sus periodos festivos pueden coincidir con periodos de labores de cultivo, por lo que se pueden producir reducciones de la producción al no poder realizar un buen manejo de la plantación. Para solucionarlo se están probando la salida por grupos de los alumnos en su tiempo festivo, dejando así un retén en la escuela que pueda realizar dichas labores.
- Fenómenos imprevistos: Este punto hace referencia a posibles enfermedades u epidemias que se desarrollen en la escuela. Por ejemplo, el año 2009 la producción de maíz fracasó debido a que la escuela fue clausurada por un brote de cólera coincidiendo con la época de siembra, con lo que el desarrollo de las plantas, sembradas posteriormente, fue insuficiente para obtener una producción.
- Robos: Tanto por parte de cierto sector del alumnado como por parte de las poblaciones cercanas. Esto dificulta extender el área productiva, ya que no se puede producir muy lejos de la escuela. Además, el material y los recursos merman (robo de herramientas, frutos, plantones, animales, mobiliario, etc.) lo que produce no solo la consecuente pérdida de estos recursos, sino también la desmotivación del alumnado y profesorado.

2.5.- Descripción de cultivos

2.5.1.- Elección de los cultivos

Al tratarse de una planificación de agrícola, se debe tener unos ciertos cultivos con los que trabajar, y la elección inicial de dichos cultivos está motivada por ciertas razones. Estas son las principales razones que han influido a la hora de determinar los cultivos a estudiar para una futura planificación de la producción agraria de la Escuela Profesional:

- Trabajo sobre el terreno *in situ*, observando los cultivos predominantes en la zona.
- Conversaciones con agricultores de la zona.
- Entrevistas con los profesores de disciplinas técnicas de la Escuela Profesional. Este es el punto de mayor peso en la decisión de los cultivos a tener en cuenta para la planificación. Junto con ellos se realizó un estudio de los cultivos que la escuela produce en la actualidad y cuales quieren producir para que en el futuro sus alumnos puedan desarrollar sus habilidades dentro de la escuela, teniendo conocimientos prácticos de la

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

mayoría de los cultivos producidos en el país. Cuáles son las principales dificultades de cultivo que encuentran en la zona. Las ventajas que presentan dichos cultivos (se consume mucho en la escuela, tiene una fácil salida, etc.).

En estas entrevistas, a la vez que esta información, se recogió cierta información concerniente a las fechas de siembra/plantación y recolección de los cultivos en la zona.

Los resultados obtenidos en dichas entrevistas se presentan a modo de tabla resumen a continuación:

Tabla 10: Resumen de las entrevistas para la determinación de los cultivos a estudiar para una futura planificación agraria de la Escuela Profesional de Mariri

Frutales

Cultura	Se produce	Quieren producir	Fecha de siembra (mes)	Fecha de recolección (mes)	Dificultades-Problemas (Plagas, enfermedades, germinación...), Observaciones en general
Piña		X	Ene (lluvias)	Abr-May	Requiere mucha humedad
Plátano		X	Todo el año	Todo el año	Requiere mucha humedad
Mango	X			Nov-Diz-Ene (Var. fruto pequeño) Dic-Ene-Feb	
Corazón de buey (<i>A. reticulata</i>)		X			
Ata (<i>Annona squamosa</i>)		X			
Limón		X	Dic-Ene	Marz-Abr-May-Jn	Lepidópteros (en hojas), Áfidos (en plantas jóvenes)
Naranja	X		Dic-Ene	Marz-Abr-May-Jn	Lepidópteros (en hojas), Áfidos (en plantas jóvenes)
Pomelo		X	Dic-Ene	Marz-Abr-May-Jn	Lepidópteros (en hojas), Áfidos (en plantas jóvenes)
Madarina		X	Dic-Ene	Marz-Abr-May-Jn	Lepidópteros (en hojas), Áfidos (en plantas jóvenes)
Papaya	X		Todo el año	Todo el año	Ganado caprino
Anacardo	X		Jul-Ago	Nov-Dic	Comienza a producir a los 3 años
Guayaba	X		Dic	Marz-Abr-May	Difícil crecimiento. Exigente en agua
Maracuyá		X			Difícil conseguir la planta

Cultivos de rendimiento

Cultura	Se produce	Queren producir	Producción	Fecha de siembra (mes)	Fecha de recolección (mes)	Dificultades-Problemas (Plagas, enfermedades, germinación...), Observaciones en general
Patata		X	9-10 Tn/ha	Marz-Abr-May	6 meses	Ácaros. No produce mucho. Buenas ventas
Boniato		X	10-11 Tn/ha	Marz/Ag-Sept	Jn-II/Oct-Nov-Dic	Se pudre con mucha agua en lluvias. Buen almacenamiento tras secado
Feijão Nhemba (<i>Vigna unguiculata</i>)	X		600-700 kg/ha	Dic-En-Feb	3 meses	Gusanos, áfidos y coleópteros. Cultivo no muy exigente
Feijão Boer (<i>Cajanus cajan</i>)		X		Dic-En-Feb	1ª producción a los 6 meses	Perenne (3 años). Alto precio de venta
Feijão Manteiga (<i>Phaseolus vulgaris</i>)		X		Ene-Feb	2-3 meses	
Feijão Jugo (<i>Vigna subterranea</i>)		X		Dic	Marz-Abr-May	Larvas de gusanos
Cacahuete		X		Dic	Marz-Abr-May	Muchos productores en la zona. Exigente en lluvias
Mandioca		X		Nov-Dic	Ag-Sept-Oct	Roedores, <i>Menacoxis manijote</i>
Maíz	X		3-5 Tn/ha	Nov-Dic	3 meses	Taladros, Gorgojo, Gusano americano en grano fresco, termitas
Arroz		X		Dic	May-Jn	Pájaros de pico rojo (Clea-Clea), Roedores

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Cultivos hortícolas

Cultura	Se produce	Quieren producir	Producción	Fecha de siembra (mes)	Fecha de recolección (mes)	Dificultades-Problemas (Plagas, enfermedades, germinación...), Observaciones en general
Tomate	X		10T/ha	Todo el año (Marz-Sept)	May-Nov	Amarilleamiento hojas basales. Gusano americano. Ácaros en los meses fríos (May y Jin). Marchitez general. Cuando la sementera es en Julio el tomate no crece mucho. Venta difícil por la localización de la escuela y por la falta de hábito de consumo de la población.
Lechuga	X			Todo el año (Marz-Sept)	Ab-Nov	Sept-Oct y primera quincena de Nov, las hojas amargan. A más luz más amarilleamiento.
Pimiento	X			Marz	Jin-Jl	
Zanahoria	X			Marz	Jl-Ag	
Berenjena	X			Marz-Abr-May	May-Jin-Jl-Ag	
Col	X			Marz-Abr-May-Jin-Jl	60 días	Áfidos
Repollo				Marz-Abr-May-Jin-Jl	90-120 días	Áfidos, saltamontes, gusanos de tierra
Quiabo	X			Todo el tiempo	50-60 días durante 6 meses	Buena venta
Calabaza		X		Dic-Ene-Feb	3 meses	Puede ser plurianual
Pepino		X		Dic-Ene-Feb	1-2 meses	Mosca de la fruta. Buena venta
Sandía		X		Dic-Ene-Feb	3 meses	Dificultad de conservación
Cebolla	X			Marz-Abr-May-Jin-Jl	150 días	Grillo de tierra
Ajo	X			Marz-Abr-May-Jin-Jl	150 días	

*La escuela quiere tener un área de unos 650 m2 para la producción de hortícolas en verano

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

2.5.2.- Frutales

2.5.2.1.- Piña (*Ananas comosus*)

Se trata de una planta originaria de Brasil, norte de Argentina. Se trata de una planta herbácea perenne. Tras la recolección del fruto, las yemas axilares del tallo generan una nueva planta, que producen frutos de menor tamaño.

El sistema radicular es superficial, encontrándose entre los 15 y 30 primeros cm del suelo. Las hojas son acanaladas, lo que le permiten recoger cualquier cantidad de lluvia o rocío y conducirlo hacia la roseta central (Py, 1969).

Las temperaturas óptimas de producción se encuentran en torno a los 23-24°C (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG-CR), 1991). Si las temperaturas están por encima de 27°C los frutos maduran antes de alcanzar la madurez fisiológica. Si son inferiores a esta temperatura, los frutos serán más ácidos y pequeños, con una coloración más verdosa.

Los óptimos de pluviometría se sitúan entre 1.200 y 1.500 mm anuales, con una estimación de 1,25-2 mm de agua por planta y día. Si el reparto de las lluvias no es homogéneo, se aconseja cultivarla en zonas cercanas al nivel freático pero no en contacto con el agua, pues es muy sensible a la falta de oxígeno en las raíces.

Se considera una planta de día corto no estricta, ya que largos periodos de oscuridad inducen a la floración. Este hecho está a su vez influenciado con bajas temperaturas (Py, 1969).

El suelo debe ser preferiblemente de textura arenosa y con buen drenaje y aireación. El pH debe rondar entre 4,5 y 5,5 (Matarrita et al. 2010).

Las plantaciones suelen ser a densidades de 10.000-15.000 pies/ha en las de tipo tradicional y llegar hasta los 50.000-60.000 pies/ha para producciones industriales. Se cultivan en líneas gemelas de entre 60 y 30 cm de ancho, separando las plantas unos 30 cm entre sí.

Se debe procurar de riego a la plantación si se presenta una marcada época seca, pues aunque soporta bien las condiciones de sequía, la producción se ve claramente afectada. Los riegos se evitarán que coincidan con la época de maduración del fruto para que no aumenten en exceso los niveles de azúcares de los frutos.

2.5.2.2.- Plátano (*Musa spp.*)

Planta originaria de Asia, entre la India y Malasia (Champion, 1975). Es una planta herbácea, cuyo tallo verdadero es corto y soterrado, no sobresaliendo del suelo apenas hasta la época de floración, por lo que se considera un cormo. Este cormo se considera el órgano de propagación de la planta, al emitir ramificaciones subterráneas de las que brotan nuevos retoños.

Las raíces son superficiales, entre los 20 y 60 primeros cm del suelo, en grupos de 3 a 4, de 5 mm de grosor. Las hojas son grandes, con amplias vainas, que formarán el pseudotronco, el cual puede alcanzar hasta los 8 m de altura en algunas variedades. A los pocos meses de su aparición, las hojas se secan y la planta muere (Smith et al., 2004).

El plátano es una planta adaptada a climas tropicales húmedos y cálidos. Su óptimo de temperatura se sitúa entre 20º y 30ºC, la moderada de 30 a 35ºC y la deficiente por debajo de 20ºC y por encima de 35ºC. La humedad debe estar entre 70 y 80%, nunca superando el 90%.

Es una planta con unos requerimientos hídricos elevados, estimándose necesarias pluviometrías del orden de 1.800 y 3.600 mm anuales (Smith et al., 2004). Champion (1975) plantea como necesarios aportes de agua mediante riego cuando las precipitaciones mensuales son inferiores a 120 mm.

Respecto al suelo se recomiendan texturas francas, franco-limosas, franco-arcillolimosas, franco-arenosas. Se desecharán zonas con suelos muy arenosos y suelos muy pesados por problemas de drenaje. Deben tener una profundidad mínima de 60 cm, aunque lo recomendable es a partir de los 90 cm. El nivel freático debe estar como muy cerca a 1,5 m de la superficie. El pH óptimo se sitúa entre 6 y 7 (Smith et al., 2004).

Las densidades serán distintas según las variedades y el porte de estas. Se realizan plantaciones con densidades de 1.000 plantas/ha hasta otras intensivas de 5.000 plantas/ha. Los marcos de plantación suelen ser en torno a 5x5 m y 3,5x3,5 m (Champion, 1975).

2.5.2.3.- Anacardo (*Anacardium occidentale* L.)

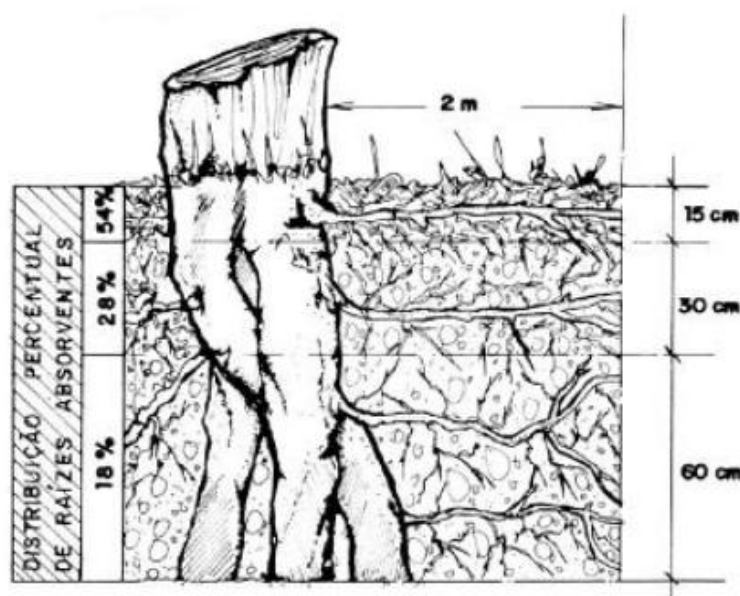
Es una Planta originaria del norte de América del Sur, más concretamente del noroeste de Brasil, aunque es común en los países tropicales que presentan una o dos estaciones secas. Perteneciente a la familia Anacardiaceae, al igual que el mango (*Mangifera indica*) (MAG-CR, 1991).

Se trata de una planta perenne de entre 4 y 20 m de altura, estando la altura normal en torno a los 10-12 m. El árbol ramifica a baja altura. Se estima un crecimiento de un metro por año y 1,5 a 2 m por año de fronda, reduciéndose a partir del 5º-6º año. (Bonilla y Reyes, 1995).

El sistema radicular en suelos sueltos es pivotante y profundo, más de 10 metros. Desarrolla también un sistema radicular lateral que se extiende más allá del borde limitado por la copa, dos veces ésta (esta puede llegar a tener un diámetro de 12 a 14 m). Las raíces absorbentes se suelen localizar entre los 15 y los 40 cm de profundidad, normalmente hasta el borde de la copa (McLaughlin et al., 2009 y Galdámez, 2004).

Figura 10: Distribución de las raíces absorbentes de *Anacardium occidentale*

Fuente: Galdámez, 2004



Las temperaturas óptimas se sitúan de media en los 27°C, encontrándose el máximo y mínimo recomendado en los 30 y 18-20°C, respectivamente. La humedad relativa debe estar entre el 60 y 85%.

La precipitación debe estar entre los 800 y los 2.000 mm anuales. Debe existir una marcada estación seca de entre 4 y 6 meses que coincida con el periodo de floración y fructificación. En este periodo el cultivo responde bien a ciertos aportes puntuales de agua.

El anacardo resiste bien a la sequía, no así a las quemadas, ya que por las resinas que exuda, el fuego se propaga rápidamente por la planta (MAG-CR, 1991 y Galdámez, 2004).

Es un cultivo considerado como rústico, adaptándose a suelos marginales, pobres, pedregosos y de gran variedad de texturas, siempre y cuando tengan un buen drenaje.

Las texturas preferidas son francas, en todas sus variedades, o arenosas. La profundidad mínima de suelo debe ser de un metro. El pH recomendado está entre 6 y 7,5 (Bonilla y Reyes, 1995 y Galdámez, 2004).

Los marcos de plantación normales son de 10x10 y 12x12 m. No hay que olvidar que la producción de frutos se da en el exterior de la copa, por lo que se buscan amplias copas para una alta producción. Se pueden plantar cultivos asociados en los primeros años de leguminosas u hortalizas lo que mantendrá controlado el nivel de maleza (Casaca, 2005).

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Respecto al riego, se recomienda cuando las precipitaciones anuales son inferiores a los 1.000 mm. Se comienza el riego a partir del inicio de la floración. El riego debe ser por gravedad o por goteo, nunca se deben mojar las flores ni los frutos (Galdámez, 2004).

2.5.2.4.- Mango (*Mangifera indica*)

El mango parece ser originario de una zona comprendida entre la India y la antigua Birmania. Es un árbol de porte mediano-grande (de 10 a más de 20 m de altura), simétrico, con copa redondeada, hoja perenne, fuerte sistema radicular (6-8 m de profundidad). Se le considera un árbol vigoroso, lo que le permite desarrollarse en suelos pobres sin mucha dificultad. Su savia es irritante y tóxica, pudiendo causar lesiones en la piel (Mora et al., 2002).

Su sistema radicular en condiciones normales está formado por una raíz principal pivotante y un sistema de raíces alimenticias superficiales. En condiciones de cultivo donde el nivel freático es alto, la planta desarrolla un segundo sistema alimenticio inmediatamente sobre la capa de agua.

La polinización es cruzada, de tipo entomófilo, a través de dípteros (moscas), aunque existen variedades autopolinizantes (Galán, 2009). Se considera un cuajado normal del 0,1 % (Mora et al., 2002).

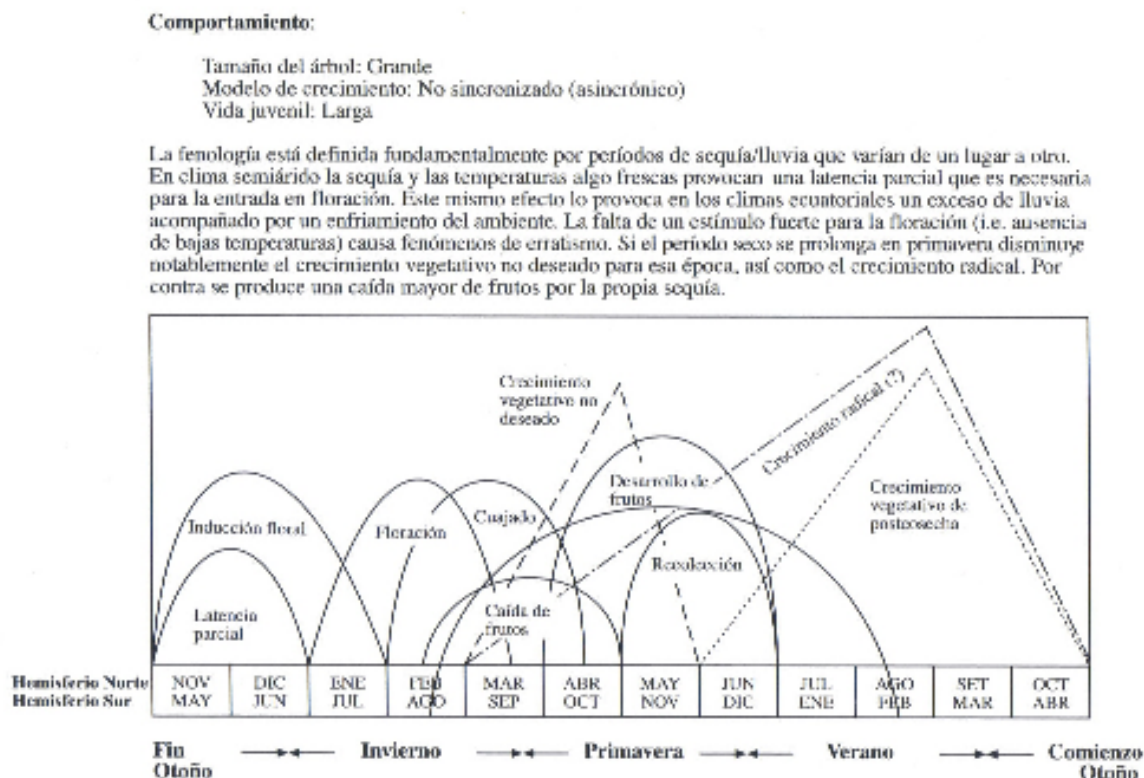
El ciclo del cultivo condicionará las distintas labores y tratamientos (Figura 11). Estos estados están controlados por el clima. En aquellos donde existe una clara diferenciación entre épocas, existirá una clara diferenciación entre periodos vegetativos, reproductivos y latencias. En los que esto no ocurre, se producirá una aparición simultánea de fases vegetativas y reproductivas (Galán, 2009).

El mango es un árbol poco resistente al frío. Sus óptimos de temperatura están entre 22 y 27°C. El color del fruto se ve favorecido por días calurosos y noches frescas (12-20°C), mientras que el dulzor se favorece en noches y días cálidos (28-32°C) (Mora et al., 2002).

El mango necesita de una alternancia de época seca y lluviosa, coincidiendo la primera con la prefloración y el cuajado para evitar la caída de flores. Pese a esto, deben evitarse situaciones de sequía en el momento de cuajado y crecimiento de fruto ya que si no, disminuye el cuajado y el tamaño del fruto. Las pluviometrías óptimas están entre 1.000 y 2.500 mm al año. El mango es considerado como un cultivo resistente a la sequía y como cultivo moderadamente resistente a las inundaciones (Galán, 2009).

Figura 11: Comportamiento y ciclo fenológico del mango en clima tropical (periodo seco en invierno-comienzo de primavera)

Fuente: Galán, 2009



El desarrollo del mango es óptimo en suelos de textura limosa, y también se desarrolla bien en suelos arenosos. La profundidad mínima debe ser de 75 cm, aunque se recomienda de 1 a 1,5 m. El pH estará comprendido entre 5,5, y 7,0 (Mora et al., 2002).

La plantación se puede realizar en rectángulo o al tresbolillo, con un marco de plantación entre 9x9 hasta 12x12 m según variedades y suelos (Galán, 2009).

2.5.2.5.- Papaya (*Carica papaya* L.)

La papaya se considera originaria de Centro América (Guzmán, 1998). Aunque la planta puede alcanzar los 5 m de altura, se clasifica como hierba gigante ya que nunca llega a producir madera. Suele presentar un tronco único sobre el que se desarrollan las hojas, flores y frutos.

Desde la siembra hasta la primera recolección suelen pasar entre 8 y 10 meses, y a partir de entonces dará una producción ininterrumpida (Bogantes et al., 2006).

Posee un sistema radicular con una raíz pivotante de hasta 1,5 m, la cual le sirve de apoyo, y un entramado de raíces grandes y suberosas en superficie (30 cm de profundidad) (Arango et al., 1999).

Su temperatura óptima está entre los 25 y 38°C. La precipitación debe ser de entre 1.500 y 2.000 mm anuales. Debe ser homogénea ya que la planta está en producción continua todo el año. La humedad relativa debe estar entre 70 y 85% (Guzmán, 1998).

Los suelos deben ser de textura franca arenosa, profundos y ricos en materia orgánica. Arango (1999) plantea valores óptimos de materia orgánica entre 4 y 5%. Deben tener un buen drenaje ya que no admite estancamiento de agua junto a las raíces. El pH debe estar entre 6 y 7. No tolera los suelos ácidos (Guzmán, 1998).

Los marcos de plantación empleados suelen ser de 3x3 y 3x2 m (Arango et al., 1999).

A partir de los 10 meses de edad la planta comienza a producir indefinidamente. Se recolectan los frutos que comiencen a manifestar un cambio de coloración de verde oscuro a verde claro o amarillo (Guzmán, 1998).

2.5.2.6.- Guayaba (*Psidium guayava* L.)

Esta fruta es originaria de los trópicos americanos, se cree que de México, extendiéndose hacia América central. Aunque se trata de un arbusto de clima tropical, prefiere los climas secos con temperaturas óptimas en torno a los 25°C. Alcanza los 5-6 m de altura, no soporta heladas prolongadas y requiere de suelos areno-arcillosos ricos en materia orgánica. La planta entra en producción entre el primer y cuarto año (MAG-CR, 1991).

Las raíces son profundas, desarrollando un segundo sistema radicular lateral. De las raíces pueden brotar nuevas plantas ya que poseen yemas laterales. Además, parece ser que las raíces tienen un efecto alelopático, es decir, producen una inhibición en el desarrollo de otra vegetación, lo cual facilita el control de malas hierbas.

La floración no se repite en el mismo lugar, cambiando cada año a las ramas nuevas (Gómez, 2000). La flor posee cerca de 200 estambres y un solo pistilo. El polen de guayaba tiene unas buenas condiciones melíferas.

Su óptimo térmico está entre los 23 y 28°C, aunque se puede desarrollar entre los 15,5 a los 34°C. Con temperaturas inferiores a los 3°C la planta muere. Las precipitaciones deben oscilar entre los 1.000 y 3.800 mm anuales. Estos valores bien repartidos le permiten a la planta producir todo el año (MAG-CR, 1991).

Los ideales de suelos son: suelos fértiles, profundos (más de 60 cm de profundidad), ricos en materia orgánica y bien drenados.

Son preferibles suelos de textura arenosa con contenido de arcillas (suelos de aluvión). Aunque se recomienda un buen drenaje, soporta capas freáticas altas. El pH debe estar entre 6 y 7 (MAG-CR, 1991 y Bonilla, 1990).

Los marcos de plantación más habituales son de 7x7 m (204 plantas/ha) o 6x6 m (277 plantas/ha). Estas densidades pueden incrementarse en un 15% si en lugar de plantar a marco real se hace al tresbolillo (González et al.).

2.5.2.7.- Maracuyá (*Passiflora edulis*)

Se considera originaria de Brasil, de la zona amazónica. Las principales especies cultivadas son la maracuyá morada (*Passiflora edulis*) y la maracuyá amarilla (*Passiflora edulis* forma flavicarpa) (García, 2002).

La diferencia entre la maracuyá morada y la amarilla, además del color estriba, en sus necesidades agronómicas. La primera crece bien en zonas templadas. La segunda lo hace bien en zonas tropicales, con temperaturas constantes y elevadas. Es más resistente a enfermedades y produce más (MAG-CR, 1991).

Figura 12: Frutos de maracuyá amarilla y púrpura o morada

Fuente: ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) www.ica.gov.co



Este cultivo es considerado como rústico con buena adaptación. Es un cultivo leñoso y perenne, de hábito trepador y rápido desarrollo, que puede alcanzar hasta los 10 m de largo (Malca et al., 2000). Este cultivo es productivo hasta los 6-8 años de edad, si bien comercialmente lo es hasta el 3-4 año.

Su sistema radicular es ramificado y superficial, presentando el 90% del mismo entre los 15 y 45 cm superiores del suelo. El 80% de las raíces se encuentran a una distancia máxima del tronco de 50 cm (Malavolta, 1994).

La polinización es realizada por abejorros (*Xylocopa varipuncta*), abeja melífera (*Apis mellifera*) y avispa negra (*Palystes* sp.), ya que requiere de polinización cruzada al ser autoestéril (Malavolta, 1994).

Se trata de una planta tropical, por lo que requiere climas cálidos. Los valores óptimos de temperatura están entre 24-28°C, llegándose a adaptar a temperaturas entre 20 y 35°C (García, 2002). Las precipitaciones adecuadas son entre 800 y 2.000 mm de media anuales. Deben de estar bien distribuidas a lo largo del año y si no, será necesario el aporte de riego en momentos de déficit hídrico (MAG-CR, 1991).

Requiere un fotoperiodo mínimo de 11 horas de luz para florecer. La humedad relativa debe ser de aproximadamente un 60-70% (García, 2002).

La maracuyá se adapta bien a todo tipo de suelos, aunque prefiere los suelos de texturas más sueltas, ya que no tolera el encharcamiento (MAG-CR, 1991). Deben tener una profundidad útil de entre 60 cm y 1 m, ser ricos en materia orgánica, y con un pH entre 5,5 y 7,0 (García, 2002).

Los marcos de plantación utilizados varían entre 2,5 y 3 m entre hileras y 2,5 y 4 m entre plantas (García, 2002).

El cultivo se realiza con la ayuda de una estructura que lo soporte, sobre la que se enrede. Se recurre a tres tipos de emparrado normalmente (García, 2002):

- Espaldera vertical
- Espaldera tipo T
- Emparrado

La recolección comienza entre el 6º y 7º mes desde su trasplante. 50-60 días desde la antesis de las flores, los frutos alcanzan su máximo peso, un rendimiento de jugo del 36% y contenido de sólidos solubles de 13-18º Brix (García, 2002).

2.5.2.8.- Anonas (*Annona* spp.)

Se estima que hay 2.200 especies de anonáceas en el mundo, repartidas entre los géneros *Annona* y *Rollinia*. El origen de todas ellas es Centro y Sur América.

Dentro del género *Annona* destacan tres especies (Mahdeem):

- *Annona cherimola* Miller (chirimoya)
- *Annona muricata* L. (guanábana en español y graviola en portugués)
- *Annona squamosa* L. (anón en español, ata en portugués)
- *Annona diversifolia* Safford (anona blanca)

- *Annona reticulata* L. (anonan rosa en castellano, coração de boi en portugués)

En general se pueden considerar como árboles de crecimiento lento que pueden alcanzar entre los 6 y 8 m de altura en estado adulto y hasta 4 m de diámetro de copa. De porte erguido y ramificado generalmente desde la base (Rosell et al.).

El sistema radicular es pivotante, superficial y generalmente las raíces están repartidas en tres pisos a diferentes profundidades (Delgado, 2005).

Las flores son hermafroditas, colgantes y poco llamativas. Posee tres pétalos grandes y carnosos de color verde y tres pétalos pequeños. Suelen originarse en la madera de un año, apareciendo solitarias o en grupos de hasta 8-9 por yema.

Las flores son dicógamas y protógenas, es decir, los órganos sexuales no maduran a la vez, madurando en primer lugar los femeninos. Esto impide la autopolinización de las flores. La polinización es anemófila (Castro, 2007).

Los frutos son compuestos o sincarpes, en los que las flores de la inflorescencia participan en el desarrollo de una estructura que parece un solo fruto (Napoleón, 2004). Si la fecundación de los óvulos no ha sido completa, el fruto aparecerá deforme y asimétrico.

Tabla 11: Características de especies de anonáceas, valores medios. El Salvador

Fuente: Cruz, 2003

Especie	Peso (g)	Nº semillas	Forma del fruto	Textura y sabor de pulpa	Color de pulpa	Forma de carpelos	msnm*
<i>A. Diversifolia</i>	739	69,6	Ovoide-elipsoidal	Blanda, dulce	Blanca o rosada	Prominente y liso	100-800
<i>A. Muricata</i>	1.319	175	Ovoide-elipsoidal	Arenosa, blanda, ácida o dulce	Blanca	Liso y esquinados	200-700
<i>A. Reticulata</i>	628	80	Ovoide-esférico	Arenosa, blanda, dulce	Blanca	Liso	30-700
<i>A. Squamosa</i>	322	64,6	Ovoide-esférico	Arenosa, blanda, dulce	Blanca	Prominente	200-700
<i>A. Cherimola</i>	453	52,4	Ovoide	Arenosa, blanda, dulce	Blanca	Lisos	1.000-1.800

*Metros sobre el nivel del mar

Los requerimientos climáticos y edáficos para todas las especies son similares, si bien pueden existir algunas diferencias. Los valores medios se presentan en las tablas 12 y 13.

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Tabla 12: Requerimientos climáticos para anonas

Fuente: De Q. Pinto, 2006

Especie	Altitud (m)	Tª (°C)		Precipitación (mm)
		Veranos	Invierno	
<i>A. cherimola</i>	900-2.000	húmedos 18-22	5-18	1.270 con una época húmeda prolongada
<i>A. muricata</i>	Hasta 800	21-30		500-1.000
<i>A. squamosa</i>	Hasta 300	15-30		500-1.000

Tabla 13: Requerimientos edafológicos para anonas

Fuente: De Q. Pinto, 2006

Especie	Características del suelo	pH
<i>A. cherimola</i>	Suelos medios. Puede requerir aportes de calcio y fósforo	6,5-7,6
<i>A. muricata</i>	Suelos profundos bien aireados. No soporta encharcamiento	6,0
<i>A. squamosa</i>	Suelos profundos con buen drenaje	6,0-6,5

Los marcos de plantación recomendados son entre 4x4 y 5x5 m para plantas injertadas y 6x6 y 7x7 m para no injertadas (Cruz, 2003).

Tabla 14: Marcos recomendados en función de la especie

Fuente: De Q. Pinto, 2006

Especie	Marco (m)
<i>A. cherimola</i>	8x6 → 6x4
<i>A. muricata</i>	8x8 → 4x4
<i>A. squamosa</i>	5x5 → 3x3

La polinización cumple un papel muy importante en este género. Los frutos con polinización deficiente presentan deformaciones, lo que invalida para mercado en fresco. Además, la polinización natural es muy limitada, del orden del 6 al 8%, debido a que las anonas son dicógamas y protógenas, como ya se ha explicado.

Los polinizadores naturales suelen ser pertenecientes al género *Orius* y de la familia Nitidulidae. (Toro, 2009).

La técnica más aconsejable para la obtención de frutos de calidad y de una buena producción es la polinización manual. Con esta técnica se alcanza un índice de polinización de entre el 70 y el 80%, con frutos bien formados, aptos para el mercado en fresco.

Para ello se toman flores en estado masculino, a partir de las 17h, generalmente, bien abiertas, y con un pincel se extrae el polen, de color crema (Figura 13) a un botecito que se conservará en frío, entre 7 y 10°C hasta la mañana siguiente. La polinización debe realizarse al día siguiente de la recolección del polen, pues este pierde viabilidad.

Figura 13: Polen inmaduro (izquierda), polen maduro (derecha)

Fuente: Toro, 2009



Se recolecta el polen de un número de flores igual a la mitad de las flores que se quiere polinizar. Se mezcla una parte de polen con una parte de talco y se aplica con un pincel fino y movimientos circulares, a primera hora de la mañana, antes de las 12h, en las flores ligeramente abiertas o abiertas hasta la mitad, pero que presentan los pétalos consistentes y no aterciopelados. Una vez polinizado se parte uno de los pétalos para diferenciarlos de los no polinizados. El proceso se repite cada 3-5 días en el periodo de floración. La aplicación también se puede realizar con una perilla especial.

Figura 14: Perilla o insuflador para la polinización manual

Fuente: Tineo, 2009 y Vilchez y Espinoza, 2009



Los árboles darán cosecha entre el tercer y cuarto año en el caso de los injertados y entre el cuarto y el quinto en el caso de los pies francos (provenientes de semilla directamente). Tienen una vida útil generalmente que va desde los 18 a los 20 años, dependiendo de variedades y condiciones de manejo (Napoleón, 2004).

2.5.2.9.- Cítricos (*Citrus ssp.*)

Dentro de esta denominación se encuentran no sólo los frutales del género *Citrus* (mandarina, naranja amarga, naranja dulce, limón, toranja, lima...), sino también del género *Poncirus* (naranja trifoliada), *Fortunella* (kumquat) y otros. Todos tienen unas características en común: La mayoría son de follaje perenne, muchas con espinas, hojas con peciolo alado, de mayor o menor desarrollo. Los frutos son hesperidios, con capacidad de hibridación entre sí (Morín et al., 1985).

El origen de todos ellos se localiza en Asia, extendiéndose desde las estribaciones del Himalaya al noreste de la India hasta China centro-septentrional y las islas Filipinas por el este, y hasta Birmania, Tailandia, Indonesia y Nueva Caledonia por el sureste (CIBA, 1975).

A continuación se presenta una tabla con las principales diferencias entre las especies del género *Citrus* (Tabla 15).

La temperatura mínima extrema no debe ser inferior a -3°C, siendo el limón el cítrico más sensible y *Poncirus* el género más resistente al ser de hoja caduca, considerándose la temperatura mínima media de 10-11°C y una máxima media de 23-24°C como las más favorables (Amoros, 1989).

La pluviometría de zonas productoras de cítricos suele estar entre 300-400 mm anuales (Amoros, 1989), si bien los requerimientos del cultivo suelen estar entre 900 y 1.200 mm anuales, por lo que se suele recurrir al riego (Morín et al., 1985). Según Manuel Herrero Egaña, citado por Amoros, 1989, los mejores suelos para la producción de cítricos de calidad deben poseer:

- Arcilla 15-20%
- Limo 15-20%
- Arena fina 20-30%
- Arena gruesa 30-50%
- Grava Variable
- Caliza 4-8%
- Capacidad de retención de agua 40-45%

Tabla 15: Comparativa de las características de *C. sinensis*, *C. aurantium*, *C. medica*, *C. limon* y *C. aurantifolia*
Fuente: Morín et al., 1985

<i>C. sinensis</i>	<i>C. aurantium</i>	<i>C. medica</i>	<i>C. limon</i>	<i>C. aurantifolia</i>
Planta				
Más grande	Más pequeña	Arbusto o árbol pequeño, de hábito irregular de crecimiento	Árbol mediano	Árbol mediano a pequeño, con ramificación irregular
Copa redonda	Copa redondeada pero con tendencia alargada	Brotes de color púrpura con espinas cortas y fuertes	Brotes con espinas, algunas veces de color púrpura	Brotes con espinas cortas y muy agudas
Lámina de la hoja más ancha y un 10% más gruesa	Lámina de la hoja más angosta y más delgada	Hojas Lámina elíptica a ovada, u ovada a lanceolada; ápice agudo u obtuso; base aguda u obtusa; márgenes crenados	Lámina ovada y alargada; ápice y base agudos; márgenes serrados y subserrados	Lámina elíptica a ovada, u ovada a oblonga; ápice obtuso; base redondeada; márgenes crenados
Ápice agudo	Ápice acuminado a agudo	Peciolos muy cortos, sin alas	Peciolos cortos, ligeramente alados	Peciolos cortos, ligeramente alados
Base redondeada	Base en forma de "v"			
Pecíolo más corto	Pecíolo 36% más largo			
Alas más angostas	Alas más anchas			
Color algo más claro	Color algo más oscuro			
Olor menos intenso por la ausencia de antranilato de metilo	Olor más intenso			
Más estomas	17% menos d estomas			

"Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)"

<i>C.sinesis</i>	<i>C.aurantium</i>	<i>C.medica</i>	<i>C.limon</i>	<i>C.aurantifolia</i>
		Flores y frutos		
Ausencia casi total de flores masculinas	5-12% e flores masculinas	Yemas grandes y púrpuras en el interior	Yemas medianas y púrpuras en el interior	Yemas pequeñas u blancas en el interior
Fruto globoso a subgloboso	Frutos globosos, algo comprimidos en ambos extremos	Flores en racimos cortos de pocas flores	Flores en racimos de número variable de flores	Flores en racimos axilares de 2 a 7 flores
Pericarpio más suave y fino	Pericarpio más grueso y rugoso	Pétalos de color rojizo pálido	Pétalos blancos en el haz y púrpuras en el envés	Pétalos blancos
Color anaranjado	Color anaranjado brillante	Estambres en número de 40	Estambres en número de 30	Estambres en número de 20 a 25
Endocarpio dulce a la madurez	Endocarpio agrio a la madurez	Frutos grandes, oblongos a ovalados	Frutos medianos, ovalados	Frutos pequeños, ovalados a sublobosos
Eje central lleno	Eje central hueco	Pericarpio grueso, de superficie lisa o rugosa, de color amarillo	Pericarpio medianamente grueso, de superficie lisa o rugosa, de color amarillo	Pericarpio delgado, usualmente de superficie lisa, de color amarillo verdoso
		Endocarpio con 10 a 13 segmentos, de sabor ácido o ligeramente dulce	Endocarpio con 8 a 10 segmentos, de sabor ácido o ligeramente dulce	Endocarpio con 9 a 12 segmentos, de sabor ácido o ligeramente dulce
		Semillas		
Menor número	Mayor número de semillas	Muchas semillas de pequeño tamaño	Pocas semillas y de pequeño tamaño	Pocas o ninguna semilla y de pequeño tamaño
Poliembriónicas	Oliembriónicas	Monoembriónicas	Medianamente poliembriónicas (10-15%)	Poliembriónicas o monoembriónicas
		Resistencia a condiciones adversas		
Menos tolerante al frío y al exceso de humedad	Más tolerante al frío y al exceso de humedad	Extremadamente sensibles a las bajas temperaturas	Sensibles a las bajas temperaturas	Muy sensible a las bajas temperaturas
Tolerante a <i>Elsinoe fawcetti</i>	Susceptible a <i>Elsinoe fawcetti</i>	Susceptibles a <i>exocortis</i>	Susceptibles a <i>exocortis</i> y a tristeza	Susceptible a tristeza
Susceptible a gomosis	Tolerante a gomosis			
Tolerante a tristeza (cuando se usa como patrón)	Susceptible a tristeza (cuando se usa como patrón)			

Se considera el aporte de abono orgánico como fundamental para el cultivo de cítricos, siendo tal, que un suelo con un contenido inferior al 2% de materia orgánica se clasifica como un suelo pobre. La profundidad de los suelos debe ser como mínimo de 1,5 m, ya que se ha comprobado que hasta una profundidad de 1 m se encuentran las raíces activas en absorción de nutrientes. El suelo debe poseer un drenaje adecuado hasta una profundidad de 2,5 m (Amoros, 1989). El pH más favorable está entre 5,5 y 6,0 (Morín et al., 1985).

Los marcos normales suelen ser de 7 x7 m, con una densidad media por hectárea de 200 plantas.

Los cítricos de menor desarrollo son limoneros, mandarinos, kunquats; y el de mayor se considera la toranja. En medio entrarían los naranjos dulces y amargos (Morín et al., 1985).

La recolección para el caso de naranjas se efectúa cuando la relación sólidos solubles/acidez es de 8 o más. Para mandarinas la relación debe estar en 6,5. En pomelo la relación mínima debe estar en 5,5 (Amoros, 1989).

2.5.3.- Herbáceos semiextensivos

Estos cultivos también son denominados por la población de Mozambique como cultivos de rendimiento.

2.5.3.1.- *Mandioca (Manihot esculenta Crantz)*

Originaria del trópico sudamericano (FDA, 1997). Alcanza entre 1 y 5 m de altura. Tiene un gran aprovechamiento tanto en la alimentación humana como en la animal, así como un gran uso industrial (MAG-CR, 1991)

Se trata de un cultivo tolerante a la sequía, que se desarrolla entre los 30º latitud norte y los 30º latitud sur, hasta los 2.000 m de altitud. Su rendimiento disminuye a medida que desciende la temperatura (Emilio et al., 1996).

El sistema radicular se divide en dos tipos de raíces, las raíces de reserva, donde se almacena el almidón y principal recurso de la planta, y las raíces de absorción. Estas segunda, aunque poco numerosas, son fibrosas y muy profundas, pudiendo alcanzar entre los 2 y los 5 m de profundidad, lo que permite a la planta soportar prolongados periodos de sequía (FDA, 1997).

Las raíces de reserva comienzan a engordar a partir del sexto mes y se prolonga por unos 5 meses. Al final de este periodo la producción de hojas casi ha disminuido. A continuación entra en un periodo de reposo, de aproximadamente un mes, en el que pierde las hojas, pero no detiene por ello la acumulación de almidón (Navarro et al., 1983).

La temperatura debe estar entre los 16°C y los 30°C. Por debajo de 16°C la planta detiene su crecimiento. El óptimo de temperatura se encuentra entre 25 y 27°C, siempre que haya suficiente humedad en el periodo de crecimiento. Ésta debe estar entre el 50 y el 90%, siendo el óptimo el 72% (FDA, 1997 y Montaldo, 1985).

La mandioca se adapta bien a precipitaciones desde los 600 a los 3.000 mm anuales, estando su óptimo en los 1.500 mm. Tolerancia a sequías prolongadas siempre y cuando estas no se produzcan en los dos primeros meses. Se considera una planta de fotoperiodo corto, de 10 a 12 horas (Montaldo, 1985).

Este cultivo se adapta bien a gran variedad de suelos, siempre y cuando estos no presenten problemas de encharcamiento. Los óptimos son suelos de textura franca o arenosa, fértiles, especialmente en potasio, y con buen drenaje (MAG-CR, 1991).

Los suelos no deben estar secos largos periodos (4-5 meses). Deben ser sueltos, para permitir un adecuado desarrollo de las raíces. Deben tener una profundidad mínima de 30-40 cm para las raíces de almacenamiento y no existir capas duras en profundidad que impidan el crecimiento de las raíces fibrosas, así como la evacuación de agua (FDA, 1997). El pH del suelo debe estar comprendido entre 6 y 7 (Montaldo, 1985).

Los marcos de plantación normales son de 80 y 100 cm entre plantas y 1-1,2 m entre hileras (Casaca, 2005).

Montaldo (1985) propone una serie de rotaciones de cultivo para la mandioca:

- Maíz, cacahuete, plátano, mandioca.
- Pasto, mandioca, maíz.
- Arroz, leguminosa de grano, arroz, mandioca.
- Maíz, leguminosas, algodón, mandioca.
- Maíz, hortícolas, mandioca, caña de azúcar, leguminosas forrajeras.

2.5.3.2.- Maíz (*Zea mays* L.)

El maíz es originario de América, más concretamente la zona de México (Berger, 1967).

El sistema radicular del maíz carece de raíz pivotante. Consta de tres tipos de raíces (Berger, 1967):

- Seminales: Formadas a partir del embrión
- Adventicias: Surgen tras la emergencia de la planta de tejidos del tallo

- Anclaje: Surgen tras la floración de nudos aéreos. Son raíces adventicias no funcionales

Hasta que la planta alcanza el estado de 5-6 hojas, se alimenta a través de las raíces seminales y las reservas de la semilla. A partir de este momento comenzará a alimentarse a través de las raíces adventicias. La aparición de éstas inhibe el crecimiento de las seminales. El desarrollo de las raíces adventicias es limitado durante el periodo vegetativo y aumenta, principalmente en profundidad, entre el periodo de formación del tallo y la floración.

La inducción floral es algo compleja en esta planta. Los días cortos y temperaturas frescas favorecen la inducción floral femenina, mientras que los días largos y cálidos favorecen la inducción masculina.

La polinización se produce de forma anemófila y por gravedad. La polinización puede producirse con polen proveniente de la misma planta, o lo más normal, de otras (López, 1991).

La temperatura óptima se sitúa entre los 23,9 y los 29,4°C. Se estiman los 12,8°C como la temperatura por debajo de la cual el crecimiento es mínimo (Aldrich y Leng, 1974).

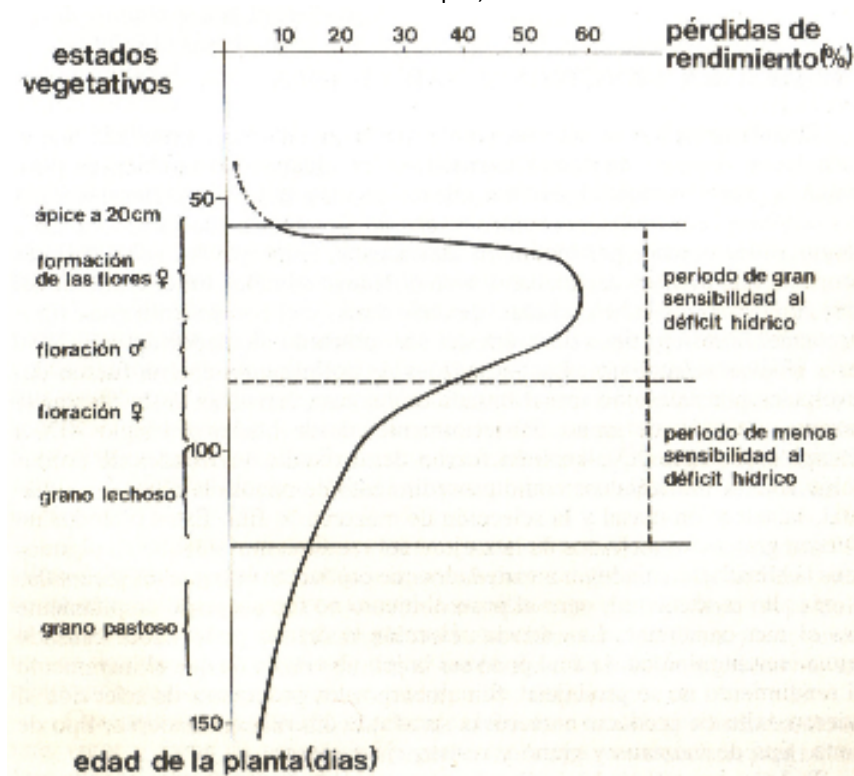
Se produce en regiones con pluviometría desde los 250 a los 5.000 mm anuales. Se estima que las necesidades del cultivo se mueven entre 410 y 600 mm. Se considera que el límite más bajo para la producción de maíz sin riego está en 150 mm en verano. El momento más crítico coincide con los 20- 30 días antes de la floración hasta los 10-15 días después de ésta, donde un estrés hídrico acarrea una reducción del rendimiento considerable (Figura 15) (Berger, 1967 y López, 1991).

La textura ideal para el cultivo de maíz es intermedia, de franco a franco-limoso en el horizonte superficial y con más arcilla en el subsuelo, aunque el maíz se adapta bien a una amplia gama de suelos, siempre y cuando estén bien drenados y aireados (López, 1991). Puede desarrollarse bien en suelos con profundidad de 60 cm. El pH puede encontrarse entre 5 y 8, estando su óptimo entre 6 y 7 (Berger, 1967).

Las densidades de plantación dependerán del clima, del cultivar y las condiciones de riego y abonado. Lo normal viene a estar entre 6 y 9 plantas/m². Estas densidades son hoy en día para cultivos mecanizados (López, 1991). En la década de los 60 rondaban las 3-5 plantas/m². La densidad de plantación disminuye conforme la zona es más cálida y los cultivares de ciclo más corto (Berger, 1967). La distancia entre líneas varía entre 50 y 75 cm. Los híbridos precoces están mejor adaptados a distancias entre líneas más bajas (López, 1991). Entre las plantas, estas no deben estar a menos de 20 cm (Berger, 1967).

Figura 15: Sensibilidad del maíz a la sequía

Fuente: López, 1991

**Tabla 16:** Cultivos favorables como precedentes al cultivo de maíz

Fuente: Berger, 1967

Cultivos favorables

Algodón
 Tabaco
 Arroz
 Cacahuete
 Soja
 Girasol
 Forrajeras
 Avena

Berger (1976) presenta como una opción el cultivo del maíz intercalado con otros cultivos. Para ello los marcos de plantación son mayores (1,5 a 2m) y se puede cultivar asociado con calabaza, melón, leguminosas, pasto o en plantaciones jóvenes arbóreas.

2.5.3.3.- Leguminosas

2.5.3.3.1.- Feijão

Las cuatro especies principales de leguminosas, además del cacahuete, cultivadas en la zona norte de Mozambique son: *feijão Nhemba* (*Vigna unguiculata*), *feijão Boer* (*Cajanus cajan*), *feijão Jugo* (*Vigna subterranea*) y *feijão Manteiga* (*Phaseolus vulgaris*).

La especie *Vigna unguiculata* poseen un potente sistema radicular y la parte aérea suele presentar un porte rastrero (Nadal et al., 2004).

Cajanus cajan es un arbusto perenne de hasta 4 m de altura. Los tallos se van lignificando conforme maduran, volviéndose rojizos en las partes más viejas. Posee un sistema radicular de hasta 3 m, lo que le permite sobrevivir en condiciones de sequía. Además, se considera el sistema radicular con una gran capacidad de descompactación de terrenos (Robledo).

Figura 16: Fructificación y semillas de *Cajanus cajan*

Fuente: Robledo



Vigna subterranea presenta una raíz pivotante y gruesa, de la que brotan de la parte inferior numerosas raicillas. De la cepa crecen tallos horizontales de cuyos nudos brotan raíces y hojas de peciolo largos. Si los entrenudos son cortos, lo más normal, se forman plantas compactas.

Las inflorescencias brotan de los nudos de los tallos subterráneos. Tienen un pedúnculo de 0,5 a 1,5 cm, grueso y pubescente. La flor apenas asoma sobre la tierra. La fecundación es autógama, pues las flores no se abren. Cuando están fecundadas, el pedúnculo se dobla y entierra, de manera que la maduración de los frutos es igual que en el caso del cacahuete (León, 1987).

Figura 17: Planta y semillas de *Vigna subterranea*

Fuente: Brink et al., 2009



Phaseolus vulgaris presenta un sistema radicular débil, formado por una raíz principal con abundantes raíces secundarias (Nadal et al., 2004).

Vigna unguiculata se clasifica como planta de día corto, aunque existen algunos genotipos insensibles al fotoperiodo. Altas temperaturas y días largos pueden inhibir la formación de botones florales. Temperaturas nocturnas superiores a 20°C pueden reducir el número de vainas (Nadal et al., 2004).

Cajanus cajan tolera muy bien las altas temperaturas, creciendo en condiciones óptimas de entre 18 y 30°C, y llegando a producir buenos rendimientos con temperaturas de hasta 35°C. Los días cortos aceleran la floración y reducen el crecimiento longitudinal de la planta. Aunque prefiere pluviometrías de 625 mm, puede desarrollarse en rangos desde los 250 hasta los 1.500-2.000 (Robledo)

Phaseolus vulgaris tiene sus condiciones óptimas bajo temperaturas de 16 a 21°C, con máximos de 27 y mínimos de 10°C (cero vegetativo). Por encima de los 30°C se le caen las hojas y con 35°C no produce ningún fruto. Los cultivares determinados toleran mejor el frío que los indeterminados. Las lluvias en época de floración ocasionan la caída de las flores (Nadal et al., 2004).

Se adapta a una amplia gama de suelos, prefiriendo aquellos que presentan un buen drenaje. El pH debe estar comprendido entre 5,5 y 7 (Nadal et al., 2004).

Cajanus cajan se adapta a suelos desde arenosos hasta arcillosos, tolerando la falta de agua. No soporta muy bien la salinidad y el pH óptimo debe estar entre 5,0 y 7,0 (Robledo).

El suelo ideal para *Phaseolus vulgaris* es el franco arcilloso limoso, con pH entre 5,5 y 6,5. Deben descartarse para su cultivo los arcillosos finos y los arenosos. Son plantas muy sensibles a la salinidad, especialmente al cloruro sódico (Nadal et al., 2004).

Vigna unguiculata se siembra en líneas distanciadas entre 15 y 35 cm, con densidades de 90.000-130.000 plantas/ha.

Se puede cultivar en monocultivo o en asociación con maíz, mijo, sorgo, algodón o mandioca (Nadal et al., 2004).

Cajanus cajan se siembra a voleo o en surcos, con 2-3 semillas por golpe, distanciados entre 80 y 100 cm entre sí y 30 cm entre plantas (Robledo).

El manejo del cultivo de *Vigna subterranea* se puede asemejar al del cacahuete (Ver punto 2.5.3.3.2.).

Para *Phaseolus vulgaris* los marcos de plantación empleados son de líneas distantes 50 cm y plantas separadas 5-10 cm en extensivo, con una semilla por golpe (20-25 plantas/m²).

Las plantas de tipo trepador precisarán de un entutorado. Se enrollarán sobre el tutor en sentido contrario a las agujas del reloj.

Como rotación se recomienda que el cultivo de *Phaseolus vulgaris* preceda a hortalizas de hoja, zanahorias y calabazas; y que siga a patatas, plantas de bulbo y coles. No se recomienda cultivarlo en dos años seguidos sobre el mismo suelo.

Al acabar el ciclo, en lugar de arrancar las plantas, es mejor segarlas para dejar los nódulos de *Rhizobium* en el suelo (Nadal et al., 2004).

2.5.3.3.2.- Cacahuete (*Arachis hypogaeae* L.)

Su origen se encuentra en Suramérica, en la región del Gran Chaco, zona comprendida entre Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y el altiplano andino (Coste, 1970).

Se trata de una planta herbácea anual, con hojas alternas y pinnadas, generalmente con dos pares de folíolos por hoja. Puede ser de porte erecto o rastrero.

El sistema radicular se constituye por una raíz pivotante que puede alcanzar hasta los 130 cm de profundidad, y raíces laterales que se ramifican abundantemente. Es de carácter leñoso y presenta nódulos por asociación con bacterias nitrificantes del género *Rhizobium spp.*, concretamente en su caso con *Bradyrhizobium* (Nadal et al., 2004). Los nódulos aparecen a los 15 días después del brote, concentrándose en los 15 primeros centímetros (Coste, 1970).

Una vez fertilizada la flor y tras 8-14 días, ésta se entierra en el suelo a una profundidad de 3 a 8 cm al elongarse el ginóforo (tejido situado bajo la flor). Una vez a esa profundidad, cambia de dirección permaneciendo paralelo a la superficie del terreno, donde madura formando el carpóforo que contiene las semillas. El fruto es una legumbre modificada (lomento) (Nadal et al., 2004).

La temperatura óptima de germinación se encuentra entre los 32-34°C, presentándose los límites en 15 y 45°C. Su óptimo para el crecimiento vegetativo se encuentra entre los 25 y los 30°C, presentándose problemas de inducción floral por encima de los 34°C. Además no tolera muy bien el termoperiodo. Si las diferencias de temperatura entre el día y la noche son muy elevadas (20º), la planta no florece. Las temperaturas nocturnas no deben ser inferiores a los 10°C (Coste, 1970 y Augstburger et al., 2000).

Los requerimientos de agua para un cultivo de 120 días de ciclo son de entre 370 y 570 mm por planta. A esto habría que sumarle las pérdidas por evapotranspiración, con lo que se llegaría a los 450-700 mm por planta y ciclo (Coste, 1970).

Altas precipitaciones en el momento de maduración de las vainas pueden dañarlas. Hasta la floración (30-40 días) requiere una humedad moderada, de floración hasta inicio de maduración (40-50 días) requiere mayor humedad, y disminuye a poca humedad en el periodo de maduración (20-30 días) (MAG-CR, 1991).

Los suelos deben ser sueltos, con buen drenaje y de textura preferible franco-arenosa. Sin presencia de restos vegetales que dificulten la penetración de los ginóforos. Una profundidad mínima debe ser de 50 cm (MAG-CR, 1991).

Deben tener un pH entre 6 y 7, aunque se producen en rango desde 4 hasta 8. El suelo debe presentar calcio asimilable en los 7-10 cm primeros del suelo para un desarrollo normal de las semillas (SAGARPA, 2002).

El cultivo se puede realizar en caballones o sobre la superficie. La primera forma suele facilitar la cosecha y adelanta ligeramente la fecha de floración. La separación puede ir entre líneas desde los 50 a los 70 cm (mayor en cultivos sobre caballones) y entre plantas entre 20 y 25 cm. También se puede cultivar en una doble hilera; en tal caso la separación entre las líneas será de 17 cm y con la doble hilera siguiente de 50 cm (Nadal et al., 2004).

Se dice que el cultivo responde mejor a las condiciones del cultivo precedente que a los aportes de fertilizantes durante su ciclo (Augstburger et al., 2000).

Se recomienda el cultivo del cacahuete en rotación mínima de tres años. Se considera un muy buen cultivo precedente para cereales. El cultivo precedente no deberá dejar mucha maleza (Tabla 17).

También se puede realizar el cultivo de forma mixta, asociado a otros cultivos, dando buenos resultados en asociación con sorgo, maíz, mijo y algodón. Así mismo como cobertera de cultivos perennes, como el banano, caña de azúcar, cocotero y cacao (Augstburger et al., 2000).

Tabla 17: Cultivos favorables dentro de las rotaciones para el cultivo del cacahuete

Fuente: Coste, 1970; Nadal et al., 2004 y Augstburger et al., 2000

Cultivos favorables
Sorgo
Mijo
Maíz
Arroz
Sésamo
Algodón
Boniato
Leguminosas grano

2.5.3.4.- Boniato o Batata (*Colvolvulus batatas* L. o *Ipomoea batatas* Lam.)

Se trata de una planta originaria de la zona tropical de América. Se trata de una especie vivaz, que se cultiva como anual. Precisa de un periodo mínimo de 4-5 meses sin heladas (Sobrino y Sobrino, 1992).

Posee numerosas raíces ramificadas y fibrosas, que pueden surgir en forma adventicia de los nudos del tallo, similares a estolones. La base de algunas raíces se engrosa dando lugar a los “tubérculos”. Están desprovistas de yemas, por tratarse de raíces, y sólo producen tallos en su extremidad superior (Sobrino y Sobrino, 1992 y Maroto, 2000).

La formación de la epidermis endurecida (felodermis con lenticelas) se ve favorecida por temperaturas de entre 26,7 y 29,4°C y humedades de 80 a 85%. La función que presenta esta capa es la de limitar la pérdida de agua de la raíz de almacenamiento. Por esta razón, tras la recolección, a veces se deja “curar” la raíz para conseguir un cierto endurecimiento que facilite su conservación (Edmond et al., 1967).

La temperatura mínima de crecimiento se sitúa en 12°C, valor mínimo para las temperaturas nocturnas. Por debajo de 9°C la planta puede morir (Fersini, 1972). Su temperatura óptima está entre 15 y 30°C para el sistema aéreo, y entre 24 y 27°C para el subterráneo. La humedad relativa del aire se considera óptima entre 80 y 85% (Maroto, 2000).

Los mejores suelos se consideran de textura limo-arenosa o areno-arcillosa (Sobrino y Sobrino, 1992). En suelos muy arenosos o suelos arcillosos no tuberiza bien (Maroto, 2000). El cultivo requiere de suelos con buen drenaje, tolera muy bien la acidez, pH entre 5,2 y 6,7 (Cásseres, 1971). Terrenos con exceso de materia orgánica producen tubérculos decolorados y menos engrosados (Fersini, 1972).

Los acodos o pedazos de guías se siembran en los caballones espaciados entre 0,90 y 1,50 m. La distancia entre plantas será de 0,30 a 0,70 m. En zonas cálido-húmedas se tiende hacia los marcos de plantación mayores (Cásseres, 1971).

Tabla 18: Cultivos favorables como precedentes para el cultivo del boniato

Fuente: Marato, 2000

Cultivos favorables

Arroz

Cebolla

Solanáceas de fruto

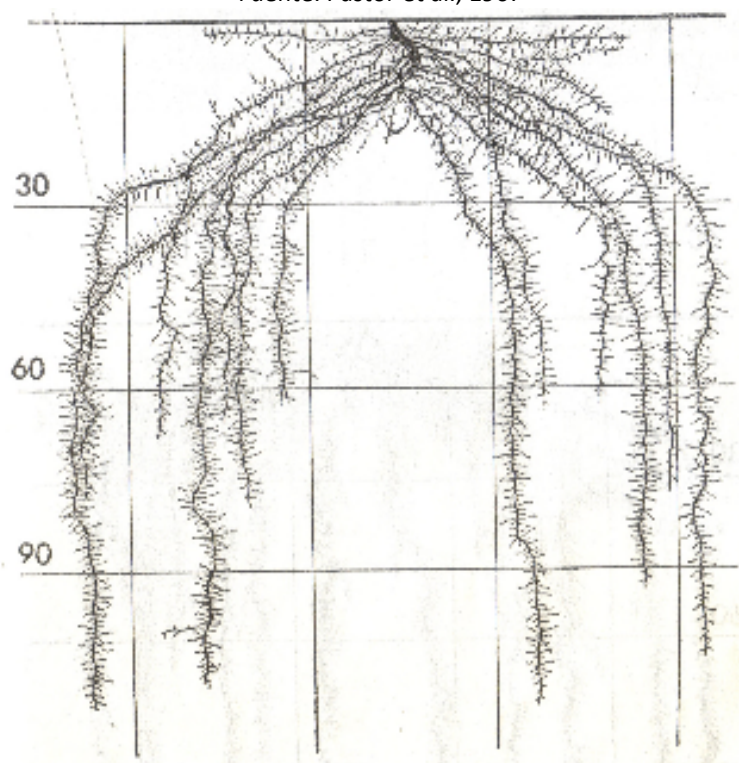
2.5.3.5.- Patata (*Solanum tuberosum* L.)

La patata es originaria de Suramérica, más concretamente de la cordillera de los Andes. Se trata de una especie herbácea, perenne por sus tubérculos, aunque se cultiva como planta anual.

Las raíces, de tipo adventicio, las produce a partir de tubérculos, en los nudos de los tallos subterráneos y estolones. Las raíces son muy ramificadas, finas y largas. Un gran porcentaje no profundizan más de 40-50 cm, aunque puede alcanzar el metro de profundidad.

Figura 18: Sistema radicular de una planta de patata madura (Profundidad en cm)

Fuente: Pastor et al., 1967



En las primeras etapas el sistema radicular se limita a la zona superficial del suelo, extendiéndose hacia abajo después de haberse extendido horizontalmente hasta una

cierta distancia de la planta, por lo que debajo de la planta no suele haber apenas raíces.

Es una planta de climas más bien fríos. Los rendimientos son mayores cuando las temperaturas medias diarias están alrededor de 21°C. Las temperaturas nocturnas bajas favorecen la acumulación de carbohidratos en el tubérculo.

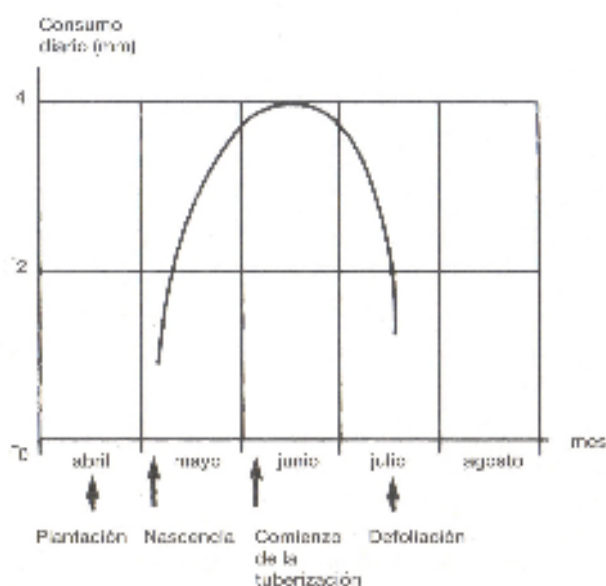
La temperatura óptima del suelo para que se empiece a formar el tubérculo es de 16-19°C, disminuyendo su crecimiento por encima de 20°C y parándose por encima de 30°C. Igualmente, el crecimiento máximo de los brotes se encuentra en 18°C.

La patata es considerada una planta de fotoperiodo de día corto. Periodos de iluminación largos favorecen el crecimiento vegetativo, mientras que los cortos favorecen los estolones cortos y aumenta el número de tubérculos por planta (Alonso, 2002).

Las necesidades de agua varían a lo largo del cultivo. En la figura inferior se pueden ver las necesidades medias para una planta a lo largo del cultivo.

Figura 19: Curva de las necesidades de agua de un cultivo de patata

Fuente: Seelhorts, 1987, citado por Rousselle et al, 1999



No es un cultivo muy exigente en cuanto al suelo, siempre y cuando no presenten obstáculos al desarrollo de los órganos subterráneos (pedregosidad, compactación excesiva). Se prefieren terrenos de textura media o media-ligera, ya que los de texturas más pesadas, además de dificultar el desarrollo de los tubérculos, retienen más agua, lo que suele producir órganos más acuosos, de peor conservación y menos sabrosos, además de más enfermos al disminuir la presencia de oxígeno en el suelo. La

acidez del suelo debe estar en valores neutros o ligeros de acidez, un pH de 6-7 (Pastor et al., 1967).

Una distancia de 60-70 cm entre surcos proporciona una mejor distribución de los tallos, pero se dificulta la mecanización. Esto no ocurre con separaciones de líneas de 75-90 cm (Alonso, 2002). Otros marcos de plantación empleados cuando el cultivo se recoge manualmente son 60x25; 60x30; 70x30; 70x35 y 70x40 cm. Es decir, densidades de 2,5 a 6,6 plantas por metro cuadrado (Fabiani, 1967).

Los aportes de materia orgánica por medio de estercoladuras son muy provechosos en el cultivo de la patata. Debe aportarse abono bien hecho y como mínimo, un mes antes del cultivo, enterrándolo rápidamente con una labor ligera (Fabiani, 1967).

La patata es considerada un cultivo de escarda, es decir, sirve para limpiar el terreno de malas hierbas (Rousselle et al, 1999). Aunque se puede cultivar casi detrás de cualquier cultivo, se recomienda no repetirlo en un periodo de 4-5 años, para asegurar la sanidad del terreno especialmente si está destinado a patata de siembra (Fabiani, 1967).

Se puede introducir, dada la gran variedad de patatas que existen, en diversas rotaciones. Patata-maíz-barbecho; patata-brásicas; cereal-leguminosa-patata (Pastor et al., 1967). Puede suceder también a terrenos de pastos (Fabiani, 1967).

2.5.3.6.- Arroz (*Oriza sativa*)

Su origen parece estar en la India, donde se han encontrado más abundancia de arroz silvestres. El arroz es el único cultivo que crece en tierras saturadas de agua. En función de la disponibilidad de agua se podrán clasificar los cultivos de arroz como de tierras altas, tierras bajas, aguas profundas y flotantes (Figura 20) (López, 1991).

El arroz está formado por tallos rectos, con raíces fibrosas, cilíndricas y fasciculadas. La planta, provista de 7-11 hojas durante la fase vegetativa, alcanza una altura variable entre los 80 y 150 cm, según variedades y condiciones de cultivo.

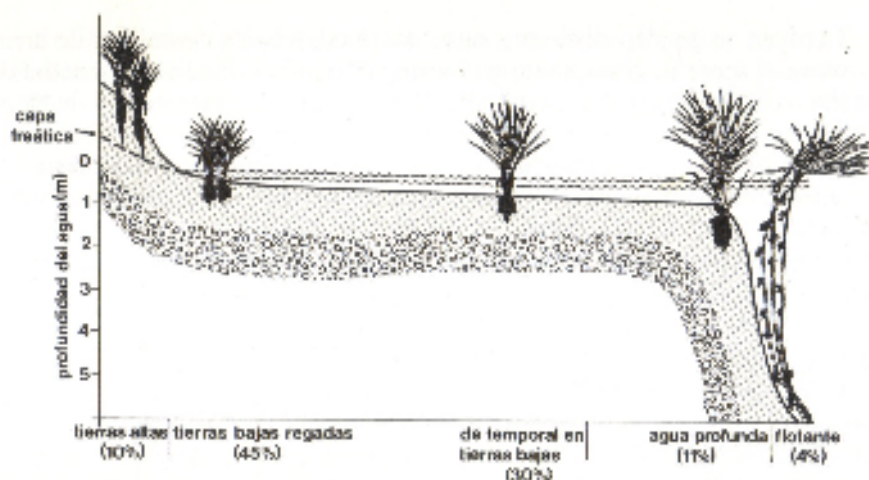
El 60-65% del sistema radicular se encuentra a menos de 10 cm del suelo, y el 25% en los primeros 5 cm.

Días fríos y lluviosos sucesivos, al inicio del espigado, retrasan la floración, mientras que temperaturas de 25-30°C, humedades relativas de 70-80% y alta luminosidad, son óptimas para la floración (Tinarelli, 1989).

La temperatura óptima de germinación se encuentra en los 28-30°C y la mínima en los 10-12°C.

Figura 20: Clasificación de los sistemas de producción de arroz en el mundo. Las cifras entre paréntesis indican el % de la superficie mundial de cultivo de arroz de cada sistema

Fuente: Datta, 1986, citado por López, 1991



Temperaturas por debajo de 20°C, durante 7-10 días en los 30-35 días antes de la floración, durante el encañado, retrasan la floración. Si las temperaturas son elevadas se reduce el ahijamiento.

Temperaturas del agua por debajo de 10-15°C, 10-12 días antes de la floración, pueden esterilizar las células madre del polen (Tinarelli, 1989).

En la floración, la temperatura óptima se encuentra en 20-22°C, la crítica entre 12 y 18°C y por encima de 30°C (López, 1991).

Tabla 19: Respuesta del arroz a la temperatura en diferentes etapas del desarrollo

Fuente: Datta, 1986, citado por López, 1991

Etapas de desarrollo	Temperatura crítica (°C)		
	Baja	Elevada	Óptima
Germinación	16-19	45	18-40
Emergencia y establecimiento de plántulas	12-35	35	25-30
Enraizamiento	16	35	25-28
Elongación de la hoja	7-12	45	31
Ahijamiento	9-16	33	25-31
Iniciación de la panícula	15		
Diferenciación de la panícula	15-20	30	
Antesis	22	35-36	30-33
Maduración	12-18	>30	20-29

Las necesidades hídricas del cultivo son un tanto particulares, ya que se suele cultivar en condiciones de encharcamiento. Se calcula que la planta transpira 200 g de agua por cada gramo de materia seca, lo que equivale a unos 400 mm por hectárea.

La semilla debe absorber aproximadamente el doble de su peso en agua para germinar. El ahijamiento es mayor si el suelo se encuentra saturado de agua y no inundado. Las raíces se desarrollan más en suelos saturados que inundados. Un nivel elevado de la capa de agua es adecuado cuando comienza la fase de encañado y la reproductiva, ya que esto puede prevenir variaciones de temperaturas que provoquen la esterilidad del polen.

La luminosidad es muy importante en lo que concierne a la producción. Una reducción de ésta en la fase de inicio de la formación embrional de la panícula y los 10 días anteriores a la maduración completa, influye sobre el número de flores y sobre el almacenamiento de compuestos elaborados en la semilla (Tinarelli, 1989).

Se considera una planta sensible al fotoperiodo de día corto. Los días largos pueden retrasar la floración considerablemente.

La humedad relativa alta puede causar problemas de enfermedades. Se considera que ésta es óptima en floración en valores del 70-80% (López, 1991).

La gama de suelos para el cultivo del arroz es muy variada, desde suelos arenosos a suelos arcillosos, o de pH entre 3 y 10. Esto se debe a que el suelo en condiciones de inundación se comporta de manera distinta a lo normal. El único criterio que se suele tener en cuenta a la hora de elegir un suelo arrocero es que sea inundable y presente un nivel freático elevado. Pese a esto, se consideran mejor ciertas texturas. Se prefieren suelos de textura fina (suelos pesados). En estos suelos el movimiento del agua por los poros es más lento.

Todo el suelo se encuentra inundado a excepción de una capa superficial de 2 cm, debido a que las raíces inyectan el oxígeno que capta la parte aérea. Los suelos en condiciones de inundación sufren una serie de cambios (López, 1991):

- Agotamiento del oxígeno molecular
- Reducción química del suelo
- Aumento del pH en suelo ácidos y disminución del mismo en suelos salinos. Tienden hacia la neutralidad
- Aumento de la conductividad específica
- Reducción del hierro y del manganeso ($\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$; $\text{Mn}^{4+} \rightarrow \text{Mn}^{2+}$)
- Reducción de los nitratos y nitritos a N_2 y N_2O
- Reducción de los sulfatos a azufre
- Aumento del suministro y disponibilidad de nitrógeno
- Aumento del fósforo, silicio y molibdeno asimilables
- Disminución de la concentración de cinc y cobre soluble en agua

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

- Generación de CO₂, metano y productos tóxicos de reducción (ácidos orgánicos y sulfuro de hidrógeno)

La densidad óptima de plantas de variedad de panícula compacta y tallo grueso es de 250-300 tallos/m². En variedades de mayor ahijamiento, panícula ligera y tallos más delgados es de 300-400 tallos/m². Si se quiere evitar un ahijamiento excesivo, además de aumentar la densidad de siembra, un nivel alto de la capa de agua lo reducirá (López, 1991).

El trasplante se realiza a una densidad de unas 200-250 plantas/m² en terrenos compactos y 300-500 plantas/m² en los sueltos. Se colocan en manojos de 8-10 plantas por golpe, separando los golpes unos 18-20 cm. Después del trasplante el nivel del agua no puede ser excesivo, unos 10-15 cm, para evitar el arranque fácil de las plantas por el agua en los 3-5 primeros días.

Si se van a realizar aportes de estiércol, es conveniente incorporarlo en el cultivo anterior, ya que bajo condiciones de inundación, la evolución de la materia orgánica es muy lenta. Si se cultiva el arroz en monocultivo, sin rotación, es recomendable incorporar la materia orgánica tras la cosecha del arroz (Tinarelli, 1989).

Antiguamente se planteaba como alternativa a gramíneas de grano el cultivo de pratenses. Estas eran sembradas con el cultivo aun del arroz, justo antes de su recolección. Posteriormente se empleaban para el pastoreo y, antes de la siembra, se enterraban.

Hoy en día se tiende a otras rotaciones. La sucesión de maíz después de arroz no presenta malos resultados. Previamente y después del cultivo de maíz se deben picar y enterrar todos los restos de cultivo, para que durante los cultivos no inundados se descomponga la materia orgánica. Se plantea el uso sucesivo de maíz por tres años para el control de malas hierbas del arrozal (Tinarelli, 1989).

2.5.4.- Hortícolas

2.5.4.1.- Lechuga (*Lactuca sativa* L.)

La raíz es de tipo fusiforme, es decir, forma cilíndrica, de mayor diámetro en el extremo superior que se vuelve más estrecha conforme se aleja de dicho extremo. Está poco ramificada (Maroto et al., 2000).

El crecimiento puede llegar a ser de 2 cm/día y alcanzar hasta 1 m de profundidad, aunque lo normal es que no sobrepase los 65 cm y en la mayoría de los cultivos comerciales se quede entre los 25-30 cm (Miguel, 1987).

Se le considera una planta de día largo, por lo que en dichas condiciones florece rápidamente, aunque existen variedades más resistentes a este fenómeno (Sobrinho y Sobrinho, 1992). La polinización es de tipo autógamo (Maroto et al., 2000).

Las temperaturas de germinación adecuadas están entre 15 y 20°C, así como la de crecimiento.

Se puede desarrollar bien en suelos ligeros, aunque en condiciones de climas cálidos prefiere suelos medios, de textura franca, que retengan algo más la humedad. El pH óptimo está entre 6,8 y 7,4, pudiendo crecer sin problemas en un rango de 5 a 8,5.

Los marcos de plantación dependen del tamaño de las variedades, aunque suelen oscilar entre 50-60 cm entre líneas y 25-35 cm entre plantas. Se puede plantar en hileras simples o dobles. La densidad que se suele emplear es de 6-7 plantas/m².

Aunque el cultivo prefiere tierras ricas en materia orgánica, no soporta bien las estercoladuras recientes, por lo que éstas deben ser aportadas en el cultivo anterior. En caso de que se realicen en el mismo cultivo, el estiércol deberá estar muy bien hecho y no se aportarán cantidades superiores a las 15 Tn/ha (Maroto et al., 2000).

2.5.4.2.- Repollo/Col (*Brassica aleracea* L.)

El origen de la col no parece estar claro, si bien parece ser que pueda ser Europa, donde se encuentran variedades silvestres de col. Otros autores lo localizan en Asia Occidental, estimando una antigüedad de 2.000-2.500 a. de C. (Limongelli, 1979).

Se trata de una planta perenne cultivada como anual, con el sistema radicular bastante superficial, desarrollando gran parte de su sistema en los 5 primeros centímetros, aunque puede llegar a penetrar hasta 45-60 cm (Cásseres, 1971). El 80% de las raíces se localizan entre los 5 y 30 cm de profundidad (Limongelli, 1979).

Al contrario que en otras hortalizas, la floración no está afectada por el fotoperiodo, sino por las temperaturas bajas (10-13°C). La reproducción suele ser cruzada, ya que el repollo es autoincompatible (Cásseres, 1971).

Las temperaturas óptimas se mueven entre 15 y 18°C. El máximo estará en 25-30°C y el mínimo en 0°C. La temperatura óptima del suelo para la germinación de las semillas es de 26 a 30°C, apareciendo las plántulas a los 3-4 días.

La textura del suelo no influye mucho en el cultivo, siempre y cuando el suelo retenga suficiente humedad o se apliquen riegos frecuentemente en los suelos más arenosos. Los suelos pesados se recomiendan para cultivares más tardíos y los más arenosos para los más precoces. El pH adecuado para este cultivo está entre 5,5 y 6,8, aunque pueden soportar pH de hasta 7,6 (Limongelli, 1979).

La col se siembra en surcos de 0,6 a 1,5 m de ancho, espaciadas las plantas entre sí 0,3 a 0,6 m (Cásseres, 1971).

Es un cultivo bastante rústico, por lo que soporta bien las condiciones de falta de agua, si bien los aportes de agua aumentan los rendimientos en casi un 100%. Los

máximos rendimientos se obtienen a valores del 80% de la capacidad de campo, mientras que carencias de agua durante la formación de la cabeza provocan disminuciones elevadas del rendimiento (Limongelli, 1979).

Tabla 20: Cultivos favorables y desfavorables como precedentes para el cultivo de crucíferas

Fuente: Arregui, 2008

Cultivos favorables	Cultivos desfavorables
Cereales	
Patata	
Lechuga	
Ajo	Crucíferas (mín. de 3 años)
Cebolla	
Leguminosas	

2.5.4.3.- Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

El tomate es originario de América. Se trata de una planta perenne, de porte arbustivo, que se cultivada como anual. Puede tener un desarrollo rastrero, semierecto o erecto. Existen variedades de crecimiento limitado y otras de crecimiento ilimitado, que pueden llegar a alcanzar los 10 m en un año (Nuez et al., 1995).

La raíz principal es pivotante, creciendo unos 3 cm diarios hasta unos 60 cm de profundidad. A la vez cuenta con raíces adventicias, que forman una masa densa y voluminosa.

Cuando la planta proviene de trasplante, la raíz pivotante desaparece, siendo mucho más importante el desarrollo horizontal. Se estima que el 75% de las raíces se encuentran en los 45 cm superiores del suelo (Rodríguez et al., 1989). Pueden llegar a extenderse superficialmente sobre un diámetro de 1,5 m (Nuez et al., 1995).

Es una planta de polinización autógama (Nuez et al., 1995).

La temperatura óptima de crecimiento de la planta se sitúa en los 25°C. La temperatura óptima de germinación se encuentra entre los 20 y 25°C. Los valores extremos de germinación son de 10 y 35°C. La temperatura óptima para el crecimiento de la raíz está entre 20 y 30°C (Nuez et al., 1995). La humedad debe estar entre el 70-80%, siendo los valores límite de 50 y 90%, ya que valores inferiores pueden secar las flores y reducir el cuajado, y a valores superiores se fomenta el desarrollo de enfermedades fúngicas.

Los suelos deben presentar siempre un buen drenaje, si bien se adaptan a gran variedad de suelos. Las texturas aconsejables suelen ser francas, franco-arenosas o arenosas (Nuez et al., 1995). El pH óptimo está próximo a la neutralidad (7). La materia orgánica del suelo debe estar entre 1,5 y 2%. Es un cultivo bastante tolerante a la salinidad (Rodríguez et al., 1989).

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Los marcos más normales son de 0,8-1,2 m entre líneas y 0,25-0,50 m entre plantas. Las densidades empleadas suelen ser de 1-1,3 plantas/m² para cultivares determinados, sin entutorar ni podar, de 1,1-1,4 plantas/m² para los cultivados en espaldera, de 1,8-2,1 plantas/m² para los entutorados y podados, y de 5-6 plantas/m² para cultivares enanos destinados a industria (Nuez et al., 1995).

Los frutos que presentan mayor contenido de auxinas se desarrollan más y son de mejor calidad. Dicho contenido, de forma natural, se va incrementado en los frutos que presentan una mayor cantidad de semillas, es decir, en los frutos con una mejor polinización.

El productor puede mejorar la polinización mediante el empleo de diversas técnicas. La más habitual es el vibrado de las plantas, bien por vibrado de las espalderas de soporte, utilizando vibradores a pilas, con pases de atomizadores trabajando en vacío (corrientes de aire) o pulverizaciones de agua en gotitas microscópicas.

También se puede emplear abejas y abejoros, estos últimos más activos en condiciones más frías, aunque esta técnica se restringa generalmente a invernaderos (Nuez et al., 1995).

Tabla 21: Cultivos recomendados como precedentes para el cultivo del tomate

Fuente: Nuez et al., 1995

Cultivos favorables	Cultivos desfavorables
Cereales	
Maíz	
Sorgo	
Girasol	Solanáceas (mín. de 4-5 años)
Algodón	Pimiento
Col	Berenjena
Leguminosas	Patata
Arroz	Cucurbitáceas
Cebolla	Sandía
Ajo	Calabaza
Lechuga	
Zanahoria	

2.5.4.4.- Berenjena (*Solanum melongena* L.)

Es una planta autógama y plurianual, aunque se cultiva como anual. La raíz es fibrosa y blanquecina, fuerte y profunda. En la parte opuesta a las hojas surgen las flores, generalmente solitarias, a partir de la 8^a-12^a hoja (Vives, 1984).

Es un cultivo adaptado a los climas cálidos subtropicales, no tolerando las bajas temperaturas. Las temperaturas óptimas están entre 21 y 29°C, con una mínima media

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

de 18°C y una máxima media de 35°C. La temperatura óptima de germinación es de 20°C (Cásseres, 1971). Presenta unas necesidades de iluminación elevadas, especialmente para la floración y cuajado de los frutos (Sobrino y Sobrino, 1992).

Las mejores texturas son areno-arcillosas, con suelos profundos, sueltos, frescos y ricos en nutrientes. Se la considera una planta esquilmanete. El pH del suelo debe estar entre 5,5 y 6,8 (Vives, 1984). Los suelos ácidos provocan la caída de las flores y disminución de la producción (Sobrino y Sobrino, 1992).

Se siembra en surcos separados entre 60 y 100 cm, con un espaciamiento entre plantas de 45-90 cm (Cásseres, 1971). Lo más común son marcos de plantación de 60-100x60 cm. Las densidades suelen ser de 14.000-20.000 plantas/ha.

Las exigencias de rotación son las mismas que para el caso del tomate (Ver punto 2.5.4.3.).

2.5.4.5.- Pimiento (*Capsicum annum* L.)

Originaria de América del Central y del Sur (región de Perú-Bolivia). Es una planta herbácea, de crecimiento definido en latitudes frías, y perenne en latitudes tropicales.

Posee un sistema radicular pivotante con numerosas raíces adventicias sobre el hipocotilo. Alcanza los 70-120 cm de profundidad. El desarrollo horizontal puede llegar a los 50-90 cm.

La polinización es preferentemente autógama, con un porcentaje de alogamia del 8 al 30% según variedades. Los mayores niveles de alogamia se producen en variedades de frutos muy pequeños (con estilos que sobrepasan largamente los estambres) y en variedades de frutos muy gruesos (con estilos muy cortos y ovario que al crecer rápidamente, separa los estambres del estigma) (Sánchez, 1970).

El crecimiento de la planta se ve reducido con temperaturas inferiores a 15°C, deteniéndose a partir de 10°C. Su óptimo está en los 26°C por el día y los 16°C por la noche. La muerte de la planta se produce por debajo de los 0°C. Con temperaturas superiores a 32°C se producen caídas de flores y por encima de 27°C se suelen dar malformaciones en las bayas. Las variedades de frutos pequeños resisten mejor las condiciones de aridez que las de frutos mayores (Vives, 1984).

Las necesidades hídricas según Sköze, citado por Sánchez (1970), son de 180-200 mm para el pimiento de especia y de 500-600 mm para el pimiento dulce. Según Doolittle, citado por el mismo autor, las necesidades del pimiento dulce oscilan entre 1.500 y 2.500 mm. La humedad relativa adecuada debería estar entre el 50 y 70% (Maroto, 2000).

Prefiere terrenos de consistencia media con un adecuado drenaje, con texturas areno-limosas o limosas. Soporta bastante bien la acidez (5,5), aunque su pH óptimo se encuentra entre 6,5 y 7 (Sánchez, 1970).

"Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)"

Las plantas se colocan distanciadas unas de otras unos 30 cm y en hileras o caballones distantes entre 60-90 cm (Vives, 1984). Uno de los marcos más empleados actualmente es el de 80x40 cm (Sobrino y Sobrino, 1992).

Requiere suelos ricos en materia orgánica, tolerando bien los abonos orgánicos frescos (Sánchez, 1970).

La planta del pimiento exige un suelo siempre húmedo, pero no encharcado. La falta de agua se manifiesta por un follaje oscuro y por la caída de las flores. El exceso de humedad se exterioriza por una coloración verde claro. Además, las variaciones bruscas del contenido de humedad pueden favorecer la necrosis apical de los frutos.

La rotación del pimiento no presenta grandes restricciones. Únicamente hay que dejar descansar la tierra un mínimo de 3-4 años de solanáceas (Vives, 1984).

Tabla 22: Cultivos precedentes más o menos favorables al pimiento

Fuente: Messiaen, 1963, citado por Vives, 1984

Desaconsejables	Dudosos	Sin inconvenientes	Favorables
		Zanahoria	
		Coliflor	
Tomate	Pepino	Nabo	Ajo
Berenjena	Melón	Rábano	Cebolla
Pimiento	Sandía	Col	Puerro
Patata	Calabaza	Lechuga	Maíz
Tabaco		Judías	Cereales
		Guisantes	
		Habas	

2.5.4.6.- Quiabo o Gombo (*Hibiscus esculentus* L.)

Se trata de una planta originaria de Etiopía.

Se adapta a climatologías tropicales, no tolerando en absoluto las bajas temperaturas. Las temperaturas óptimas se encuentran entre 22 y 35°C, con precipitaciones de entre 500 y 800 mm.

Aunque no presenta exigencias de suelo, vegeta mejor en suelos de textura franca, franco-arenosa. Deben tener un buen drenaje y ser ricos en materia orgánica. El pH debe estar entre 6 y 7,5 (Gaitán, 2005).

Se siembra en líneas distanciadas entre 0,9 y 1,2 m y separadas dentro de la línea entre 30 y 40 cm. Se obtendrán densidades de entre 25.000 y 30.000 plantas/ha (Maroto, 2000).

El manejo es similar al de la berenjena.

2.5.4.7.- Zanahoria (*Daucus carota* L.)

El origen de la zanahoria parece ser Asia Menor, concretamente Afganistán, donde se encuentra la mayor variabilidad de la zanahoria silvestre. Se trata de un cultivo bianual, cuya raíz se forma en el primer año y las semillas en el segundo año.

Presenta una raíz hipertrofiada constituida en su mayoría por parénquima cortical. Esta raíz es el órgano de aprovechamiento de la planta (Maroto, 2000).

La coloración de la raíz está influenciada por el contenido en alpha y beta carotenos, precursores de la vitamina A. Además de por condiciones genéticas propias de cada variedad, las temperaturas influyen en la síntesis de estos compuestos. Los valores de temperatura que dan coloración más anaranjada están entre 15 y 21 °C, tornándose más amarillento con temperaturas por encima y por debajo de éstas.

La polinización es alógama entomófila, no produciéndose autofecundación a causa de su protandria (maduración desacompañada de los órganos masculinos y femeninos, madurando antes los masculinos).

La temperatura media anual para su cultivo debe estar entre los 15 y los 18°C, con mínimas de 7°C y máximas de 21°C. La temperatura de germinación de la semilla está entre 7 y 29°C (Cásseres, 1971). Temperaturas elevadas, además de reducir la coloración de las raíces, hacen que se vuelvan más esféricas, mientras que las temperaturas bajas hacen que se vuelvan más pálidas y de mayor longitud.

Se le considera una planta de día largo, por lo que la floración se produce en condiciones de más de 12 h de luz o cuando las horas de luz diarias están en aumento.

El suelo debe ser rico en materia orgánica, profundo y suelto, evitándose suelos pedregosos donde las raíces puedan deformarse. Prefiere las texturas arenosas pero que retengan bien la humedad. Posee una exigencia alta de humedad del suelo, y en caso de sufrir sequías, la raíz se vuelve menos cilíndrica y el periciclo se vuelve fibroso, depreciando el producto (Maroto, 2000).

El pH debe estar entre 6,0 y 6,5, pues no tolera la acidez. Además se le considera planta sensible a la salinidad (Cásseres, 1971).

La siembra se realiza en surcos distanciados entre 40 y 90 cm, realizando una saca de forma que las plantas queden distanciadas entre 2,5 y 5 cm unas de otras. En algunas regiones se cultiva en eras de 1-1,1 m de ancho, esparciendo la semilla a boleó y realizando 4-6 hileras (Cásseres, 1971). Actualmente se tiende a marcos de plantación de 0,3-0,45 m con la semilla distanciada 8-15 cm, sembradas con sembradoras a chorrillo o de precisión (Maroto, 2000).

Los aportes de estiércol deben realizarse en el cultivo anterior o si está muy hecho, si es muy viejo, en el mismo cultivo, un par de meses antes de la siembra (Cásseres, 1971).

Tabla 23: Cultivos favorables y desfavorables para el cultivo de la zanahoria

Fuente: Le Bohec et al., 1978 y Maroto, 2000

Cultivos favorables	Cultivos desfavorables
Cereales	
Solanáceas	Zanahoria (mín. de 3 años)
Liliáceas	

2.5.4.8.- Pepino (*Cucumis sativus* L.)

Esta especie es originaria de la India según algunos autores, aunque actualmente está tomando más peso como centro de origen el área de África tropical.

La raíz es pivotante ramificada, y alcanza un gran desarrollo. La mayoría de las raíces son superficiales salvo la pivotante que profundiza para una buena sujeción al suelo (Maroto, 2000). Puede emitir raíces adventicias desde el cuello, por lo que admite los aporcados, permitiendo a la planta regenerar su sistema radicular si se daña (Pérez, 1984).

La floración es escalonada y la fecundación la efectúan los insectos (Sobrino y Sobrino, 1992). Los factores ambientales condicionan en cierta medida el tipo de flores producidas por la planta. Así, los días cortos y las bajas temperaturas (principalmente nocturnas) favorecen las flores femeninas. Los días largos y las altas temperaturas tienen un efecto masculinizante (Maroto, 2000).

En general se puede decir que todas las cucurbitáceas crecen bien en climas cálidos, con temperaturas óptimas de entre 18 y 25°C, máximas de 32°C y mínimas de 10°C. La temperatura óptima de germinación se sitúa entre los 21 y 32°C (Cásseres, 1971).

La humedad óptima para una temperatura de 25°C estará en el 50-80%, mientras que para una temperatura de 32°C será del 90%.

Tabla 24: Resumen de las exigencias climáticas del cultivo del pepino

Fuente: Pérez, 1984

Estado	Tª óptima (°C)		Humedad relativa óptima (%)
	Día	Noche	
Germinación	25	25	90
Semillero y primer estado	23	18	90
Hasta la recolección	24	19	80
Durante la recolección	25	20	75

Los requerimientos de pluviometría son de unos 2.000-4.500 mm por ciclo. Se estima el consumo diario por planta entre 1 y 2,5 litros (Pérez, 1984).

En general se considera el cultivo del pepino de día corto, floreciendo en dichas condiciones (Maroto, 2000).

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Se adapta bien a distintos tipos de suelos, prefiriendo los de consistencia media (textura areno-arcillosa), ricos en materia orgánica o algo sueltos y frescos (Sobrino y Sobrino, 1992). El pH óptimo para el cultivo se encuentra entre 5,5 y 6,8, soportando hasta valores de 7,5. Se considera medianamente tolerante a la salinidad (Amoros y Amoros, 1980).

Si se realiza la plantación en camas o bancos, sobre el suelo, de forma rastrera, ésta puede ser a dos hileras por banco (bancos de 3-5 m), o a una hilera por banco (2-3 m). La separación entre plantas dentro de la misma línea varía: Si se hace a una sola hilera por banco, se distancian 30-40 cm, mientras que si se hace en dos hileras, la separación es de 50-60 cm (Sobrino y Sobrino, 1992).

Al aire libre, Cásseres (1975) plantea realizar una siembra en surcos espaciados 2-3 m entre sí y separando las plantas entre 20 y 30 cm. A estas densidades se les coloca una espaldera inclinada unos 45-60º, con lo que se puede duplicar o triplicar la producción.

Es una planta que tolera bien las estercoladuras, pudiendo soportar incluso estercoladuras algo frescas (Sobrino y Sobrino, 1992).

2.5.4.9.- Sandía (*Citrullus vulgaris* Shrad)

El origen de la sandía, al igual que el del pepino, es África. Se trata de una planta herbácea, anual, rastrera o trepadora, que se puede cultivar tanto en regadío como en seco.

La raíz es ramificada. Posee una raíz primaria que se ramifica en secundarias. Esta raíz alcanza un gran desarrollo en comparación con el resto de raíces, pudiendo profundizar hasta 1,5-2 m (Reche, 1988).

El sistema radicular es superficial, y suele presentar una mayor extensión que la parte aérea, pudiendo llegar a cubrir un radio de 1,5 m o más (Sobrino y Sobrino, 1992).

El principal polinizador, como en otras cucurbitáceas es la abeja melífera (Edmond et al., 1967). Se estima una necesidad de 1 abeja por cada 100 flores en el campo y 10 visitas/flor femenina para obtener una buena producción (Maroto, 2000). Para alcanzar esta densidad se recomienda la colocación de al menos dos colmenas por hectárea. Estarán situadas al menos a 30 cm del suelo, orientadas hacia el sol. Si se va a tratar los campos, cerrar el día anterior la colmena, trasladarla a 4-5 km y abrirla para que las abejas trabajen el tiempo que no estén en el campo (Camacho y Fernández, 2000).

En general se puede decir que todas las cucurbitáceas crecen bien en climas cálidos, con temperaturas óptimas de entre 18 y 25ºC, máximas de 32ºC y mínimas de 10º C. La temperatura óptima de germinación se sitúa entre los 21 y 32ºC (Cásseres,

1971). El mínimo de germinación se encuentra en 15°C. Para la floración, la temperatura óptima debe ser de 18-20°C (Maroto, 2000).

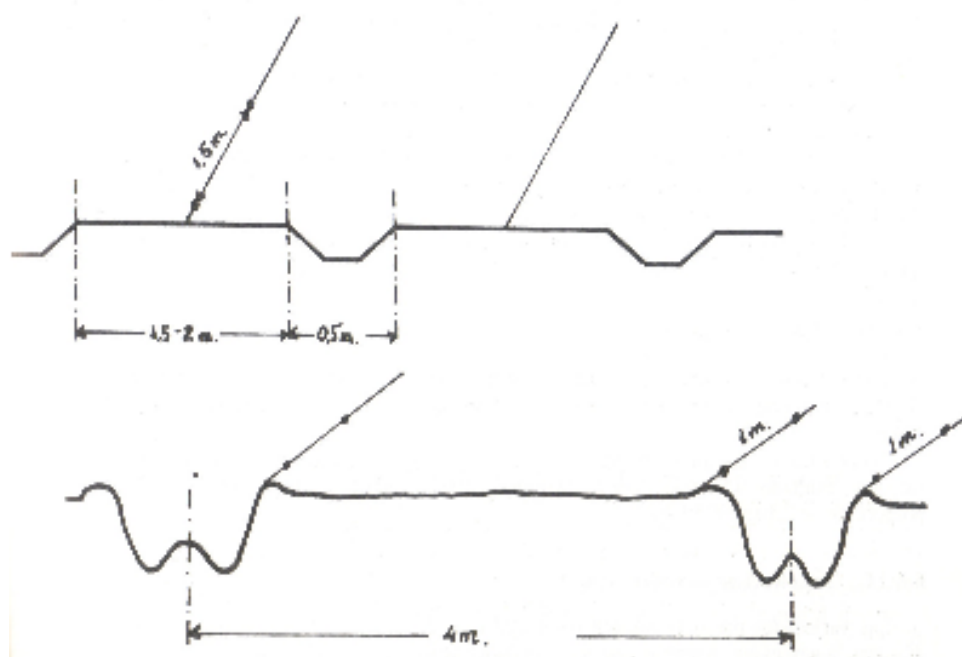
Las necesidades hídricas se estiman en 3.000-4.000 mm anuales de media (Maroto, 2000). La humedad relativa óptima debe estar entre el 60 y el 80% (Camacho y Fernández, 2000).

No tolera el encharcamiento ni la falta de agua, por lo que no son aconsejables los suelos muy pesados y mal drenados o los muy arenosos con baja capacidad de retención de agua. Son preferibles suelos sueltos no muy ácidos. El pH óptimo se sitúa entre 6 y 6,8 (Cásseres, 1971). El contenido de materia orgánica en cultivo en secano no debería ser inferior al 1,5% y en regadío al 2% (Reche, 1988).

La plantación se realiza a marco real con un espaciamiento de 1 x 1 m de forma general (Ferrán, 1975). Se pueden preparar bancales o mesas de cultivo de 1,5-2 m de ancho, separadas por surcos de riego de 0,5 m, y a su vez las plantas están distanciadas 1,5 m entre cada planta. También se pueden realizar mesas de 4 m de ancho colocando dos hileras de plantas distanciadas entre sí 1 m (Maroto, 2000). Se suele trabajar a densidades de 1.000-2.000 plantas/ha en condiciones de secano y de 4.000-5.000 plantas/ha en regadío (Reche, 1988).

Figura 21: Marcos de plantación del cultivo de la sandía

Fuente: Maroto, 2000



Se consideran como cultivos precedentes favorables: Ajo, cebolla, puerro, maíz y cereales. Como cultivos sin inconvenientes: Zanahoria, coliflor, col, lechuga,

"Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)"

leguminosas, tomate, patata, berenjena, pimiento, tabaco, plantas aprovechables por sus hojas.

No se aconseja el cultivo después de melón, calabaza o sandía, es decir, después de otras cucurbitáceas, durante al menos 3 años. Si existen problemas de enfermedades de suelo, no se debe repetir el cultivo por lo menos en 6 años.

Una posible rotación en terrenos de regadío sería: Primer año sandía; Segundo año zanahoria; Tercer año lechuga, repollo (Reche, 1988 y Maroto, 2000).

2.5.4.10.- Calabaza (*Cucurbita* spp.)

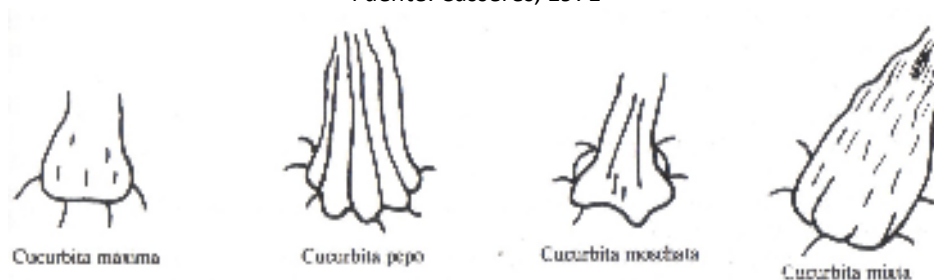
El origen de estas especies se sitúa en México, América central y América del Sur. Son especies anuales, monoicas y alógamas, con tallos de crecimiento indefinido normalmente (Sobrinó y Sobrinó, 1992).

Generalmente esta denominación se aplica a tres especies de la familia de las Cucurbitáceas (Maroto, 2000):

- *Cucurbita máxima* Duchesne
- *Cucurbita moschata* Duchesne
- *Cucurbita mixta* Pang

Figura 22: Diferencias morfológicas entre las diversas especies de calabaza, a través de sus pedúnculos de inserción en los frutos

Fuente: Cásseres, 1971



Su principal restricción climática son las bajas temperaturas, no pudiéndose sembrar en regiones donde se prevén heladas. La temperatura óptima de germinación está entre 20 y 25°C, debiendo ser como mínimo de 15°C y máximo de 40°C. La temperatura de desarrollo estará entre 18 y 35°C. Las temperaturas frescas y los días cortos favorecen la formación de flores femeninas (IICA, 2007).

Prefieren suelos ricos, esponjosos y de cierta frescura. Resisten una acidez hasta pH 6 (Maroto, 2000).

En regadío se cultiva en líneas distanciadas 2-3 m, y las semillas se colocan en hoyos de 40 cm de profundidad espaciados unos de otros 1 m. En secano se puede recurrir a marcos de plantación de 5x5m, dependiendo de las condiciones del terreno y climatológicas (Maroto, 2000).

2.5.4.11.- Cebolla (*Allium cepa* L.)

Se le considera una planta originaria de Asia (Irán-Afganistán). Se trata de una planta bianual que se suele cultivar como anual para recolección de bulbos y como bianual para producción de semilla. Posee un gran número de raíces fasciculadas blancas (Maroto, 2000).

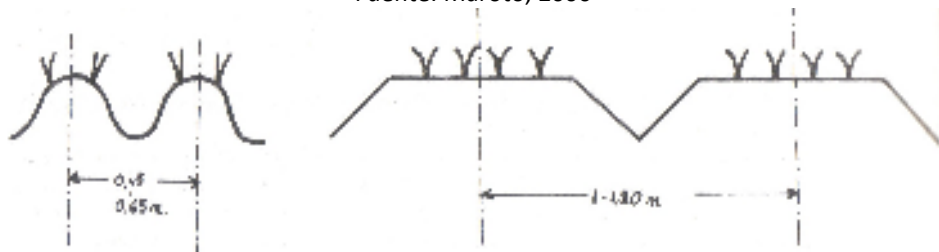
La temperatura óptima de desarrollo está alrededor de los 13-23°C, con una máxima de 30°C y una mínima de 7°C (MAG-CR, 1991). La temperatura mínima de germinación está en 2°C y el óptimo en 24°C. No se debe olvidar que para la formación del bulbo se requieren de temperaturas altas (por encima de 15°C) y fotoperiodos largos (Maroto, 2000).

Se puede cultivar tanto en suelos de textura arcillosa (con buen drenaje) como francos, aunque se desarrolla mejor en suelos medios-ligeros. Los suelos muy pesados producirán bulbos deformes. El pH óptimo debe estar entre 6 y 6,5, no tolerando suelos ácidos (MAG-CR, 1991).

A mayor densidad de plantación, la formación de bulbos y su maduración es más rápida. Si se planta en llano, se hace a marco real o a tresbolillo, separando 0,18-0,22 m las plantas y abriendo pasillos cada 3-5 m de ancho de cultivo. Si se hace en surcos, éstos estarán separados entre 0,45 y 0,65 m, con dos líneas de plantas en cada surco. Si se realiza una plantación en bancales, se colocan 4 filas por bancal con plantas distanciadas 0,18-0,22 m, y los bancales separados entre sí 1-1,2 m.

Figura 23: Marcos de plantación del cultivo de la cebolla

Fuente: Maroto, 2000



Si se va a realizar un aporte de materia orgánica, es recomendable realizarlo con mucha antelación y con estiércol bien hecho para evitar pudriciones. Se recomienda, al igual que para el ajo, no estercolar y cultivar después de un cultivo de fuerte estercolado.

Tabla 25: Cultivos favorables como precedentes para el cultivo de la cebolla

Fuente: Maroto, 2000

Cultivos favorables
Tomate
Pimiento
Berenjena
Patata
Melón
Pepino
Lechuga
Leguminosas
Brásicas

2.5.4.12.- Ajo (*Allium sativum* L.)

El ajo presenta dos centros de origen, uno en Asia Central y otro en el Mediterráneo. Se trata de una planta vivaz, bianual, que se cultiva como anual (Sobrino y Sobrino, 1992).

Las raíces son fasciculadas y numerosas, blancas y con escasa ramificación. El 100% de las raíces se localizan por encima de los 40 cm superficiales de suelo y un 80% por encima de los 30 cm.

Se considera que el ajo requiere de un intervalo de 5 a 10°C para poder diferenciar las yemas axilares y formar así los bulbos. Además de haber pasado un número determinado de horas frío, la planta debe encontrarse en condiciones de día largo (fotoperiodo largo) con temperatura media de entre 18 y 20°C, situándose su óptimo en los 25°C. Existen variedades adaptadas a climas tropicales, donde formarán bulbos con temperaturas superiores a 20°C.

La emisión del escapo floral se suele producir en el segundo año. En ocasiones éste es sustituido por una hoja cilíndrica que envuelve un escapo floral muy pequeño. Si el escapo es emitido en el primer año antes de la recolección, se eliminará, ya que el tamaño de los dientes se verá reducido. La emisión es más frecuente en plantaciones de alta densidad o en cultivos en zonas montañosas con un régimen térmico más moderado. Su emisión está favorecida con fotoperiodos largos y temperaturas inferiores a 18°C.

El cultivo requiere un periodo de frío con temperaturas de 5-10°C para formar los bulbos, seguido de temperaturas de unos 20-25°C. La brotación óptima se logra a temperaturas de 20-22°C, interrumpiéndose a 5°C y por encima de los 30°C. Requiere

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

unas temperaturas nocturnas superiores a 16°C o un gradiente térmico entre 13 y 24°C para un desarrollo vigoroso de la planta. Es una planta muy resistente al frío, pudiendo soportar heladas de hasta -10°C.

Requiere un fotoperiodo mínimo de 11 horas de luz para la formación de los dientes. Algunos autores consideran una duración mínima del día de 15 horas de luz para una buena producción, aunque actualmente existen variedades adaptadas a fotoperiodos inferiores a 12 horas de luz. Se considera una planta muy exigente en iluminación.

No tiene unos requerimientos hídricos elevados, soportando condiciones de sequía, pero no las condiciones de asfixia radicular.

Se adapta a gran variedad de suelo, siempre y cuando estén bien drenados. Los suelos excesivamente arcillosos pueden producir problemas de asfixia en las plantas. El óptimo se encuentra en suelos ligeros y sueltos, con pH de 6 a 7 y ricos en materia orgánica bien descompuesta (García, 1990).

Se recomienda una distancia de 40 a 50 cm entre surcos y de 7 a 15 cm entre plantas (Cásseres, 1971).

No se recomienda el abonado cercano a la fecha de siembra y siempre se aportará abono bien hecho, para evitar problemas de podredumbre en los bulbos. Es preferible producirlo tras un cultivo de abundante estercoladura (Maroto, 2000).

Tabla 26: Cultivos favorables como precedentes para el cultivo del ajo

Fuente: García, 1990

Cultivos favorables
Cereales
Patata
Leguminosas
Hortalizas de hoja

2.6.- La rotación de cultivos

Las razones agronómicas que justifican la rotación de cultivos están encaminadas en general hacia la resolución de los problemas que presentan los suelos ante la repetición reiterada de un cultivo, ante el denominado “cansancio del suelo”. Estas razones son (Urbano, 2001):

- Agotamiento del suelo en un espesor determinado: Se mejora alternando cultivos de enraizamiento profundo con otros de enraizamiento superficial.
- Absorción selectiva de elementos nutritivos: Algunas especies son más exigentes en ciertos elementos (gramíneas en nitrógeno, crucíferas en azufre, leguminosas en fósforo y calcio, etc.).

- Agotamiento de las reservas de humedad del suelo.
- Nivel de residuos dejados por las cosechas: según el cultivo, los restos aportados al terreno tras la cosecha pueden ser muy elevados o escasos. La rotación permite mantener un equilibrio de los aportes de materia orgánica en el suelo.
- Presencia de especies mejorantes: Algunas plantas se consideran esquilmanes de alguno de los puntos expuestos anteriormente. Otras, como es el caso de las leguminosas, pueden ser mejorantes, aportando ciertas cualidades al suelo.
- Proliferación de malas hierbas: Existen especies que por su hábito de crecimiento o manejo, dificultan el crecimiento de malas hierbas, y otras que lo facilitan. La rotación permite alternar especies de ambos tipos, con el fin de reducir el número de malas hierbas.
- Multiplicación de parásitos y enfermedades específicas: Muchos insectos y enfermedades se multiplican y son difíciles de controlar en presencia continua de un mismo cultivo.
- Desequilibrio de la población microbiana del suelo: Pueden llegar a aparecer especies bacteriófilas que ataquen a las poblaciones microbianas del suelo, como ocurre en el caso de *Rhizobium spp.* en alfalfares.
- Intoxicación del suelo por excreciones radiculares: Algunos exudados radiculares son tóxicos para plantas de la misma especie que se cultiven a continuación.

Por ello, se plantean las rotaciones como una labor de planificación básica de la agricultura.

2.7.- El mulching

El mulching o acolchado consiste en la cobertura de las líneas de cultivo mediante el empleo de algún material, generalmente de naturaleza orgánica, con el objetivo de proteger y mejorar el suelo.

Los aspectos en los que influyen son los siguientes:

- Humedad del suelo: Impide o reduce la pérdida de agua de la superficie del suelo. Esto es especialmente importante en las regiones cuya evaporación de agua del suelo es elevada.
- Temperatura: Actúa de regulador térmico, disminuyendo las variaciones bruscas de temperatura.

- Erosión: Reduce las pérdidas por erosión ocasionadas por el viento y las lluvias torrenciales, al funcionar como cubierta del suelo.
- Control de hierbas adventicias: Se impide la proliferación de hierbas adventicias si el espesor es adecuado, al reducirse la recepción de luz por parte de las plántulas jóvenes. Esta disminución de la flora adventicia reducirá la competencia con el cultivo.
- Estructura del suelo: Se mejora la estructura del suelo por la actividad de lombrices y actividad microbiana. Además se evita el choque directo de las gotas de agua que pueden romper la estructura. Al mantenerse o incluso mejorarse la estructura del suelo, la porosidad e infiltración del suelo se pueden ver mejoradas.
- Aumento del humus y la capacidad de intercambio catiónico (CIC): La incorporación de la cobertura orgánica estimula, no sólo la descomposición de los residuos aportados, sino también del humus existente.
- Actividad biológica: Aumenta las poblaciones microbianas y la fauna edafológica al mantener unas condiciones de humedad y nutritivas adecuadas para ellas.

Estas ventajas han quedado patentes en el trabajo realizado por López (2000), donde se experimentó la mejora de la producción bajo tres coberturas distintas en la provincia de Cabo Delgado (Mozambique), bajo un cultivo de sorgo. La humedad gravimétrica del suelo aumentó en todos los ensayos, y no sólo esto, sino que la humedad también se mantuvo durante más tiempo. Además las producciones se vieron incrementadas en todos los casos, destacando las producciones en las que se empleó rastrojo de leguminosas como acolchado.

OBJETIVO

3.- Objetivo

Objetivo general:

- *Plantear un sistema de rotación de cultivos y de manejo de los mismos utilizando los recursos con los que cuenta la Escuela Técnica Agraria de Mariri de la manera más eficiente.*

Objetivos secundarios:

- ✓ *Mejorar la gestión de los campos agrícolas.*
- ✓ *Optimizar los recursos con los que cuenta la escuela (Sistema de riego, campos...).*
- ✓ *Fomentar técnicas de cultivo más acordes a las realidades del terreno, que puedan mejorar los potenciales productivos.*

MATERIAL Y MÉTODOS

4.- Material y Métodos

4.1.- Material

4.1.1.- Caracterización del medio natural

4.1.1.1.- Clima

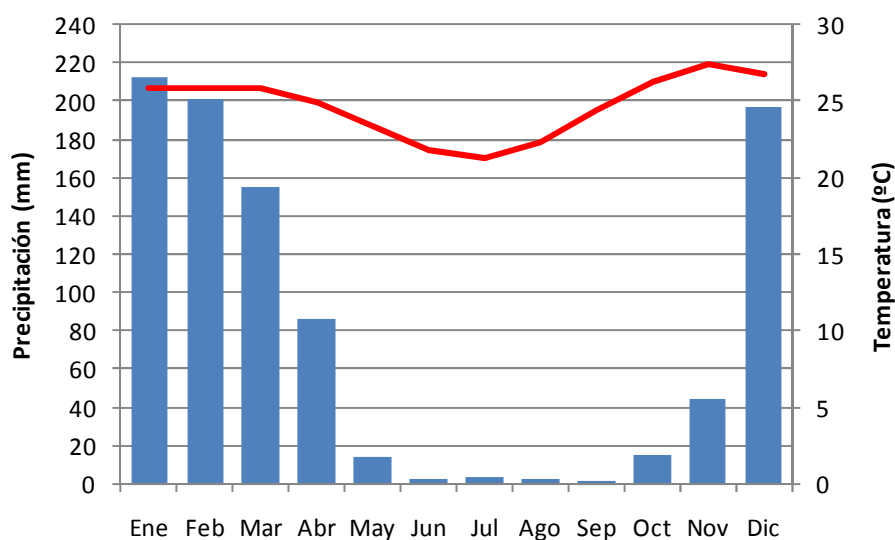
Los valores de temperatura, y evapotranspiración (ETP) de que se dispone pertenecen a la estación climática de Namuno (Lat. 13°37'S, Long. 38°49'E, Alt. 495m). Si bien se trata de una estación un tanto alejada de la Escuela de Mariri, las condiciones climáticas son similares, pudiendo existir un mayor gradiente térmico en la estación, dado que la altitud de la estación es de unos 200 m superior a la de la escuela. Para el caso de la precipitación se cuenta con los datos de la estación pluviométrica de la misión de Mariri, que recoge los datos de 12 años.

Las distribuciones de temperatura y precipitaciones son las que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 27: Temperaturas de la estación meteorológica de Namuno y precipitaciones de la estación pluviométrica de Mariri

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Precipitación (mm)	213	200,9	155,6	86,6	14,2	3,6	4,1	3	1,9	16	45,1	197,4	941,4
T_{Med} (°C)	25,8	25,9	25,8	24,9	23,4	21,8	21,3	22,4	24,4	26,2	27,4	26,7	24,7
T_{Max} (°C)	30,7	30,8	30,7	30	29,1	27,9	27,5	29,1	31,6	33,6	34	32,2	30,6
T_{Min} (°C)	21	21	20,8	19,8	17,7	15,7	15,1	15,8	17,1	18,8	20,9	21,2	18,7

Gráfico 6: Diagrama ombrotérmico estimado para Mariri. (Datos de temperaturas de Namuno y precipitaciones de Mariri)



Como se puede comprobar, las temperaturas se sitúan en torno a los 25°C, con variaciones de máximas y mínimas de unos 10°C.

Por su parte, las precipitaciones, aunque abundantes, se concentran entre los meses de Noviembre a Abril, siendo escasas los meses de Octubre y Mayo y casi nulas entre Junio y Septiembre.

Estos valores suponen que la Evapotranspiración del suelo sea elevada, llegando casi a agotar las reservas de agua del suelo en los meses de Agosto a Noviembre, y presentándose valores inferiores, casi a la mitad de la reserva, desde Mayo hasta Diciembre.

Tabla 28: Balance de humedad (mm). Namuno Lat. 13°37'S, Long. 38°49'E, Alt. 495m

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
P	228,6	242,2	184	73,4	4,8	3,7	2	0,6	1,3	16,3	58,1	209,2	1024
ET	129,4	115,6	123,6	106,8	97,4	83,7	90,8	112,4	136,9	166,8	162	138,9	1464
P-ET	99,2	126,6	60,4	-33,4	-92,6	-80	-89,1	-112	-136	-150	-104	70,3	
R	173	200	200	169,3	106,5	71,4	45,7	26,1	13,2	6,2	3,7	74	
VR	99,2	26,8		-30,7	-62,8	-35,1	-25,7	-19,6	-12,9	-7	-2,5	70,3	
ETA	129,4	115,6	123,6	104,1	67,6	38,8	27,7	20,2	14,2	23,3	60,6	138,9	
F	0	0	0	2,7	29,8	44,9	63,1	92,2	112,7	143,5	101,4	0	600,3
E	0	99,8	60,4									0	160,2

4.1.1.2.- Suelo

La geología de la zona pertenece al dominio interior de carácter plutónico-metamórfico. Los materiales son de naturaleza tanto básica como ácida, destacando las formaciones rocosas denominadas "inselbergs". Son rocas intrusivas más resistentes a la erosión, por lo que han quedado sobreelevadas, mientras que el resto de los materiales se ha erosionado. La concentración en cuarzo de las rocas hará que los materiales sean ácidos o básicos.

Las rocas, debido a las altas temperaturas y condiciones de humedad elevada, especialmente en la época de lluvias, han sufrido una alteración química importante. En la región interior, con predominio de las rocas silicatadas, se pueden producir procesos de lavado de bases que dejen los suelos con pH de 5,5, con concentraciones de óxidos de hierro y aluminio, y arcillas del tipo 1:1 (caolinita). Esto suele ocurrir en las regiones altas y con un alto número de meses de lluvias

Si el número de meses con altas precipitaciones es algo menor, caso de Mariri, las arcillas suelen ser del tipo 2:1 (Ilita), con un pH entre 5,5 y 6,5. Los horizontes son de tipo argílico.

Las quemas también producen una disminución de la materia orgánica de los suelos, con lo que se pierde estabilidad estructural y a raíz de ello, se pierde la fracción arcilla.

Según el mapa de suelos nº 15, perteneciente al Libro Blanco de Cabo Delgado (GETINSA y AECID, 2000), en esta zona los suelos son de naturaleza arenosa presentar horizontes E (álbicos), con escaso contenido de arcillas y nódulos ferromagnéticos a partir de los 50 cm de profundidad. En las zonas de valle o depresiones se pueden presentar suelos con horizontes B y C con mayor contenido de arcillas.

Sin embargo, esta información del Libro Blanco puede resultar un poco limitada para establecer unas pautas de manejo de suelos adecuadas, por lo se dispone de los análisis edafológicos realizados en la Escuela de Mariri por la ingeniera M^a Castillejo, en marzo de 2010. Los análisis corresponden a muestras del campo de anacardos (nº1 del plano 1, Anexo Nº1), campo de frutales (nº4 del plano 1, Anexo Nº1), campo de maíz (nº 5 del plano 1, Anexo Nº1) y la huerta de la escuela (nº 6 del plano 1, Anexo Nº1). En la siguiente tabla se muestran a modo de resumen los resultados de los análisis.

Tabla 29: Resumen de los datos edafológicos de la Escuela de Mariri. Marzo de 2010

Fuente: Castillejo, 2010

Puntos de muestreo	Campo de anacardos	Campo de frutales	Campo de maíz	Huerta de la escuela
Densidad aparente (gr/cm ³)	1,32	1,22	1,38	1,37
Capacidad de campo (%)	7,51	11,47	3,71	2,95
Punto de marchitez (%)	5,66	8,88	2,83	2,18
Propiedades químicas				
pH	6,7	6,7	6,8	6,7
Ce (dS/cm)	0,0482	0,0537	0,028	0,031
Materia orgánica (%)	1,228	2,117	0,639	0,686
Nitrógeno (%)	0,042	0,082	0,031	0,03
P _{Olsen} (ppm)	0,0849	0,0591	0,0578	0,0089
CIC (meq/100g)	7,1	10,81	3,18	2,68
K ⁺ (ppm)	94,52	121,05	72,37	79,62
Na ⁺ (meq/100g)	0,04	0,08	0,02	0,02
Ca ²⁺ (meq/100g)	2,86	5,66	1,89	1,65
Mg ²⁺ (meq/100g)	1,64	3,26	0,59	0,46

Del análisis de los resultados se puede concluir que el suelo es bastante homogéneo en todas las parcelas. De carácter neutro o ligeramente ácido, de textura predominantemente franco-arenosa, arenosa.

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

La presencia de elementos nutrientes es limitada debido a pérdidas por las altas precipitaciones de la zona y la baja presencia de arcilla y materia orgánica que impidan el lavado de bases hacia capas de suelo inferiores.

Los valores de densidad aparente no se acercan mucho a los valores normales para la clase textural de los suelos, por lo que se recurrirá a la determinación de la densidad aparente mediante tablas de referencia. Estas diferencias se deben al método de determinación empleado.

Además de toda esta información, se realizó una toma de muestras de suelo en las parcelas del campo de anacardo, campo de frutales, huerta de la escuela y campo de maíz.

4.1.2.- Campos de producción

4.1.2.1.- Situación inicial

Como ya se ha mencionado anteriormente, la superficie con la que cuenta la escuela es muy amplia, pudiendo corresponder en cálculos aproximativos unas 100 ha a la Escuela Profesional, de las 270 ha con las que cuenta la Escuela de Mariri.

En su mayoría, los campos están cubiertos de maleza y árboles de mayor o menor tamaño (*mato*). El cuidado de los terrenos que no se dedican al cultivo es nulo. La vegetación es exuberante en la época de lluvias y queda pajiza en la época seca.

Los recursos de estos terrenos son empleados por la escuela y las poblaciones cercanas para las cubiertas de las casas (*capim elefante* seco), para construcciones (bambú y madera) o para el uso doméstico habitual (quema de madera directamente o para elaboración de carbón vegetal).

Debe mencionarse que los terrenos sufren quemas frecuentemente, bien fortuitas, o bien provocadas para la caza de pequeños roedores por la población.

Así pues, los campos de producción suponen una pequeña parte del total de la superficie. Concretamente la Escuela Profesional cuenta con los siguientes terrenos:

- Campo de anacardos: Este campo pertenece a la Escuela Secundaria, aunque el manejo y mantenimiento es llevado por la Escuela Profesional. Es una amplia extensión situado al sur de las aulas de la Escuela Secundaria (nº1 del plano 1, Anexo Nº1). Presenta una superficie bastante llana, que en su día fue limpiada de árboles para la plantación de árboles de anacardo suministrados por INCAJU (Instituto Nacional Para el Fomento del Caju). Los árboles fueron plantados en el año 2009, a un marco de 12x12 m al tresbolillo. Aproximadamente unos 30 árboles, de un total de 150, han sido robados o han muerto.

Entre los árboles de anacardo se sembró en el primer año *feijão*, quedando posteriormente sin ningún cultivo el terreno, por lo que se está cubriendo de maleza.

Junto al campo, en la margen oeste del mismo, hay un pequeño sendero que conduce a la localidad de Ncampine a través del *mato*.

Figura 24: Campo de anacardos de la Escuela Secundaria
Fuente: Elaboración propia

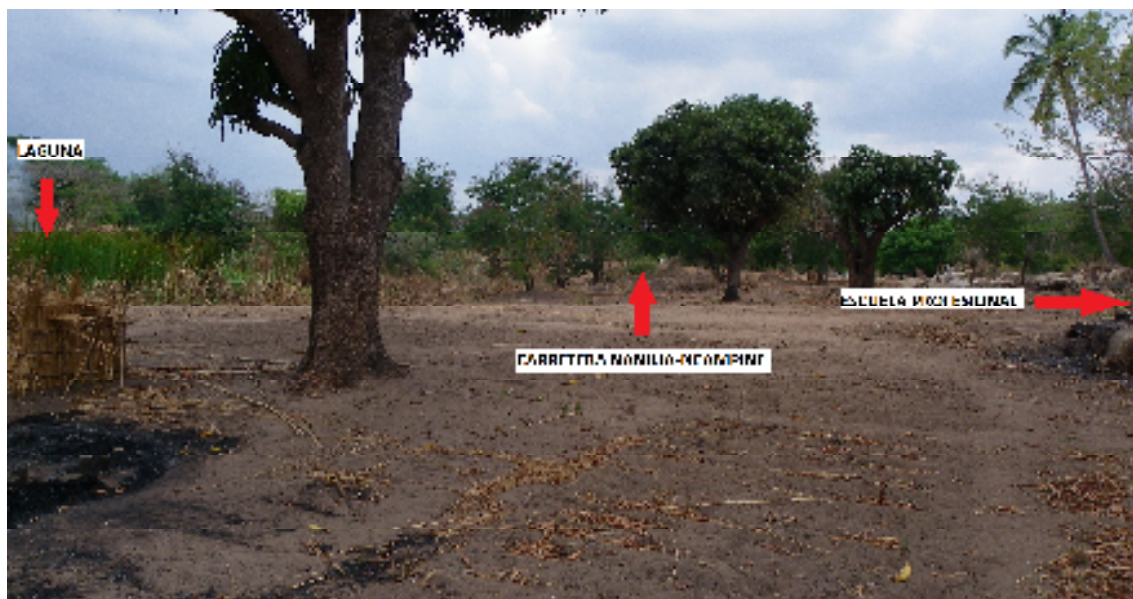


- **Campo de piñas:** Este terreno se encuentra situado en una parte baja de la escuela, cerca de la laguna, detrás de uno de los edificios de aulas (nº 2 del plano 1, Anexo N°1). En el existe un árbol de mango de gran porte y no se presentan más árboles. Presenta una pequeña caída hacia la laguna y en su parte superior, la más cercana a la escuela, un escalón de piedra que lo deja a una altura inferior del resto de los terrenos.

Los cultivos que tienen son: tomate, lechuga, col y cebolla. Pertenecen a las huertas de producción de los alumnos, son pequeñas huertas de unos 40 m², donde cada alumno puede producir lo que desee, poniendo así en práctica los conocimientos adquiridos, siendo de su propiedad lo que produzca, y siendo evaluado el trabajo que en él realice.

Figura 25: Campo de piñas de la Escuela Profesional

Fuente: Elaboración propia



- Campo de frutales: Este terreno se localiza entre los dormitorios masculinos de la Escuela Profesional y la huerta de la escuela. Está dividida en dos por el sendero que conduce hasta la huerta (nº4 del plano 1, Anexo Nº1).

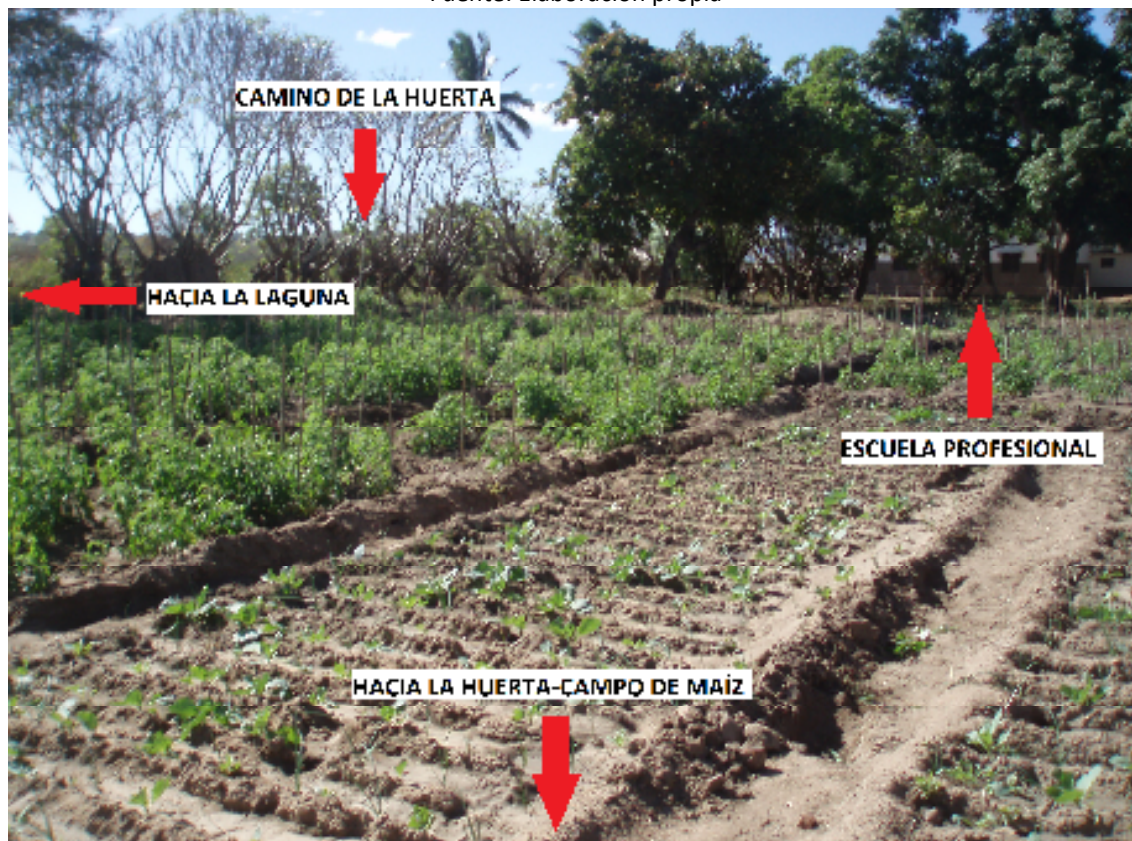
El terreno, tiene la misma caída (ligera) hacia el este que la huerta, pero las caídas laterales apenas existen en la parte situada a la derecha del camino (dirección escuela-huerta). Sí presenta una pequeña pendiente hacia el norte, en la parte de la parcela a la izquierda del camino, que vierte a la laguna.

Principalmente el terreno de la derecha del camino, tienen grandes árboles de mango que se aprovechan para dar sombra a los semilleros de hortícolas para la huerta. Además, la zona más cercana a la huerta presenta una superficie plantada de tomate y col. Entre las plantas de tomate se distribuyen poco menos de una docena de naranjos, plantados para la inauguración de la escuela, a marco de 6x6 m. Algunos de ellos también han sido robados.

La zona de la izquierda del camino no se emplea para nada y está cubierta de maleza. Solamente, en los márgenes cercanos al corral de cabritos (nº3 del plano 1, Anexo Nº1), existen algunas pequeñas huertas de alumnos de unos 40 m².

Figura 26: Campo de frutales de la Escuela Profesional

Fuente: Elaboración propia



- Campo de maíz: Bajo esta denominación se menciona el terreno que se encuentra al Sur de la huerta de la Escuela Profesional (nº5 del plano 1, Anexo Nº1). Este campo presenta una caída algo más pronunciada que la de la huerta hacia el sur y a la vez presenta una pendiente similar a la de la huerta hacia el este (ligera). El terreno termina en una pequeña regata, seca durante casi todo el año, donde se concentran las escorrentías en época de lluvias.

El cultivo que se produce en este campo suele ser maíz en asociación con leguminosas, únicamente en época de lluvias. Posteriormente no se cultiva nada al estar lejos de la laguna y, por tanto, resultar difícil el aprovisionamiento de agua para el cultivo en la época seca.

El terreno, al igual que en el caso de la huerta, está salpicado de árboles de pequeño tamaño y secos. La vegetación espontánea a mitad de la parcela es diferente, por lo que podrían existir diferencias en el terreno, si bien no se han encontrado en los análisis de tierra realizados en los primeros 20 cm (ver punto 5.2.1.2.). Si podrían existir diferencias en profundidad

En la parte superior, más hacia el este, se localizaba en tiempos una plantación de piñas que fue abandonada tras reducirse el número de plantas por numerosos hurtos.

Figura 27: Campo de maíz de la Escuela Profesional

Fuente: Elaboración propia

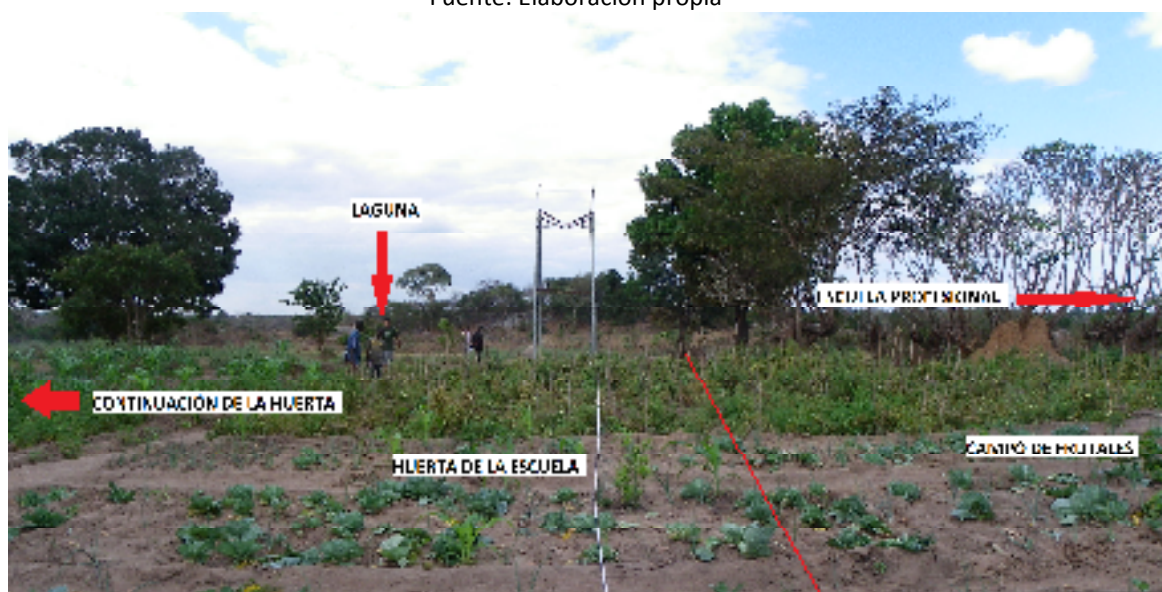


- Huerta de la escuela: Este terrenos (nº 6 del plano 1, Anexo Nº1) se encuentran localizados detrás del dormitorio masculino de la Escuela Profesional. Para acceder a ella hay que recorrer un pequeño camino flanqueado por arbustos. Esta parcela presenta una ligera inclinación hacia el Este en toda su superficie, que hace las veces de línea de inflexión entre las pendientes hacia el sur (hacia el campo de maíz) y hacia el Norte (hacia la laguna).

El terreno que se emplea en la actualidad es de apenas media hectárea, cultivándose principalmente lechuga, tomate, algo de cebolla y col. A continuación, hacia el este, el terreno presenta poca maleza, ya que en alguna ocasión ha sido deshierbado para el cultivo de *feijão* y ha sufrido alguna quema. Este terreno además presenta algún pequeño árbol disperso por la superficie, en su mayoría árboles de mango muy viejos.

Figura 28: Vista de la huerta de la Escuela Profesional

Fuente: Elaboración propia



4.1.2.2.- Situación futura

Según entrevistas con el cuerpo docente y la dirección de la escuela, las previsiones que se tienen y lo que se quiere plantear con este TFC, la distribución de las parcelas seguiría el siguiente esquema:

- Campo de anacardos: Esta parcela se destinará al cultivo del anacardo, por lo menos en un periodo de 20-30 años, que es lo que suelen durar las plantaciones comerciales. Como es de esperar que el rendimiento no sea tan elevado como en plantaciones comerciales, puede que este periodo se prolongue hasta los 40 años.

La parcela está ocupada por árboles de anacardo en 2,5 ha, pero es más extensa que esto, llegando hasta las 4,5 ha, las cuales no presentan más que vegetación espontánea.

En un futuro y según lo planteado por el equipo de la escuela y Oier Alberdi, estudiante de Ingeniería Agrónoma, que estuvo durante 6 meses en la escuela desarrollando la producción pecuaria, el área presenta unas buenas condiciones para el pastoreo de ganado, tanto bovino como ovino y caprino. Los amplios marcos de plantación y la gran extensión de terreno permitirían una buena alimentación del ganado. La cercanía al corral de bovino y a la escuela facilitaría el manejo y el control de los animales.

Para poder llevar a cabo dicha labor se procedería al vallado perimetral de la parcela, con el fin de confinar a los animales en su interior. Se dividiría la parcela en 4 hojas o subparcelas, que permitiesen la recuperación de los terrenos de pastoreo, rotando los animales cada cierto tiempo de

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

subparcela. Además de esto, se deberían colocar puntos de agua y de sombra en cada subparcela, así como cercar los árboles, hasta que sean grandes, para evitar su destrucción por parte del ganado.

- Campo de piñas: Debido a su ubicación cercana a la laguna y cercana al nivel freático, esta zona presenta un nivel alto de humedad en el subsuelo. Además, su separación con el resto de las áreas de producción, podría dificultar en cierta medida, aunque leve, el control y manejo como campo de hortalizas.

Por ello, y por el primer motivo en especial, se plantea que esta parcela sea ocupada por los cultivos de piña y plátano, los cuales poseen altos requerimientos hídricos y un sistema radicular no muy profundo.

- Campo de frutales: Al existir en él ya algún árbol frutal (naranjos), al no disponer de acceso al agua del sistema de riego por gravedad, y localizarse cerca de la escuela, lo que facilita el control frente a robos, se sugiere este campo para la producción de frutales.
- Campo de maíz: Es el campo más alejado de la escuela y con mayor pendiente de todos. Hasta ahora, y por estos factores, se ha empleado para el cultivo de maíz en asociación con leguminosas. Se plantea que siga siendo así, si bien puede que se introduzcan algunos cultivos en alternativa. El campo está siendo dotado de un sistema de riego por gravedad que permita subsanar las deficiencias que se produzcan en época de lluvias o incluso producir ciertos cultivos en época seca.
- Huerta de la escuela: Los planes para la huerta de la escuela es que siga en el mismo sitio ubicada, por cuestiones de accesibilidad y porque en ese mismo sitio, y aprovechándose las pendientes del terreno, se ha construido un sistema de riego por gravedad.

La parcela se alargará hacia el este, llegando a cubrir una superficie de 1,7 ha, superficie que los profesores de la escuela se ven capaces de manejar adecuadamente.

También se plantea la posibilidad de colocación de una malla de sombreado en una parte de la huerta para permitir el cultivo de hortalizas en la época de lluvias, dado que por las altas precipitaciones y las altas temperaturas, no es posible la producción de hortalizas en este periodo.

4.1.3.- Sistema de riego

4.1.3.1.- Situación inicial

Inicialmente la escuela contaba con un sistema de riego por aspersión. Dicho sistema fue montado por la Dirección Provincial de Agricultura y utilizado por primera vez el día en que se inauguró la Escuela Profesional.

Este sistema consistía en tres depósitos situados sobre una estructura de barras tuburales de hierro de 4 m de altura, unidas entre sí por barras de hierro corrugado a 2 y 4 m de altura. En la parte superior de la estructura se situaba el depósito de plástico de 5.000 l de capacidad, y éste era llenado por medio de una motobomba diesel.

El agua, por medio de la fuerza potencial adquiría la suficiente fuerza como para poder regar por aspersión los campos. Las tuberías que soportaban las cañas de riego eran tramos de 3 m de longitud, móviles, para poder permitir regar distintas parcelas según los cultivos del momento.

Tras su inauguración, y estando los depósitos llenos hasta la mitad de su capacidad, al día siguiente se llenaron del todo, y debido al peso del depósito, la estructura no soportó y colapsó, quedando así inservible el depósito. Esto ocurrió en uno de los tres depósitos con los que contaba el sistema de riego, partiéndose uno de los depósitos y retirándose los otros dos por su seguridad.

Figura 29: Estructura de los antiguos depósitos del sistema de riego junto con los depósitos de nueva construcción

Fuente: Elaboración propia



Pese a ello, se siguió empleando la motobomba con las cañas de riego, pero éstas últimas fueron poco a poco robadas hasta apenas quedar 3-4 tramos. El presupuesto para la compra de combustible también se acabó y la motobomba ya no podía emplearse.

Ante esta tesitura, el único recurso que queda es el empleo de regadores manuales, tomando agua de la laguna y vertiéndola sobre los cultivos.

En julio de 2010 se rescatan dos bombas pedestres del almacén de la Escuela Secundaria, quedando una en ésta y otra pasando a la Escuela Profesional. La bomba funciona por dos émbolos de succión, que con el movimiento de los pies impulsan el agua. Para que la bomba comience a funcionar se debe llenar desde la bomba el tubo de succión que se conecta con la laguna. Una vez el tubo está lleno, la succión que ejercen los émbolos eleva el agua.

Los tubos para la distribución del agua con esta manguera son tubos de polietileno rígidos, por lo que en septiembre de 2010 Cáritas Diocesana de Pemba adquiere una manguera de polietileno flexible que facilite el riego.

4.1.3.2.- Alternativas planteadas y solución elegida

En julio de 2010 desde Cáritas Diocesana de Pemba se obtiene una partida presupuestaria para la construcción de un sistema de riego en la Escuela de Mariri, encargándose a los becarios Oier Alberdi y Javier Abad, y al ingeniero agrónomo de Cáritas Mozambique, Agostinho Luis, la elaboración de una propuesta de sistema de regadío.

Los sistemas planteados fueron los siguientes:

- Riego por gravedad: Distribución del agua por los campos a través de un canal de hormigón construido en el suelo, lo que evitaría los robos. Además, este sistema es de fácil manejo, si se realizan una adecuada conformación de los surcos de riego. Es barato, de prolongada vida útil y fácil mantenimiento.
- Riego por aspersión: Ya había sido probado con éxito anteriormente, pero se corre el riesgo del robo de las tuberías por parte de las poblaciones cercanas. Se precisa de una cierta presión, a conseguir por medio de elevación de agua o por una bomba. Posibles problemas de mantenimiento de los pajarrillos de riego. Dificultad de encontrar recambios.
- Riego por goteo: riego tecnificado que precisa de un equipo de filtrado y unos conocimientos de manejo un tanto elevados. Presenta una buena eficiencia en el uso del agua, pero no es un elemento limitante en la escuela. Tiene un coste de instalación elevado, las reparaciones, al igual

que en el riego por aspersión pueden ser difíciles y pueden producirse robos del material.

Ante estas alternativas, y especialmente fijándose en el problema de los robos y el mantenimiento del sistema se elige el riego por gravedad como solución a adoptar.

Otro problema a salvar, y quizás el primero, es como llevar el agua desde la laguna a la zona de cultivo, que se encuentra más elevada. En el momento de elección del sistema de riego la escuela contaba con una motobomba, por lo que en principio podría regarse. El problema es la falta de liquidez para comprar combustible. Se informa por parte de la escuela de que este es un problema recurrente, por lo que no se puede confiar el funcionamiento del sistema de riego en un elemento que en muchas ocasiones puede no funcionar.

Así, se determina construir cuatro depósitos de 5.000 l de capacidad cada uno, que sean suministrados de agua por gravedad desde el depósito central de la escuela. Este depósito, de 20.000 l de capacidad, es el más alto de la escuela. Cuenta con un sistema de 6 paneles solares en la parte superior, al cual solo se puede tener acceso desde el interior por una escalera cerrada con una verja, lo que impide o dificulta los robos de los paneles. Estos paneles suministran electricidad a una bomba eléctrica sumergida en el centro de una laguna, por lo que también se evita el robo de la misma.

Así pues y para permitir un suministro de todos los depósitos, se decide ampliar el volumen de agua que puede tomarse de la laguna colocando otra bomba y duplicando el número de paneles solares. En cualquier caso, la preferencia de llenado de los depósitos será para los depósitos ya existentes destinados al uso humano del agua (aseo, limpieza).

4.1.3.3.- Sistema de riego por gravedad

El sistema de riego, como ya se ha mencionado en el punto anterior, se alimenta del agua de la laguna a través de dos bombas eléctricas, que impulsan el agua a un depósito central de 6 m de altura. Estas bombas son alimentadas por 12 paneles solares.

Del depósito central, por gravedad, se llenan los cuatro depósitos de riego instalados en los campos de las escuelas, además de los 3 depósitos ya existentes para uso del alumnado.

Los depósitos están contruidos en hormigón armado, con pilares circulares y una plataforma a dos metros de altura. Sobre esta plataforma se coloca en dos estructuras dos depósitos de plástico de 5.000 l, pertenecientes al antiguo sistema de riego por aspersión. En las otras dos estructuras restantes se construyen depósitos de ladrillo y cemento de 5.000 l de capacidad también.

Figura 30: Depósito en construcción

Fuente: Elaboración propia



La ubicación de los depósitos es la siguiente:

- 1 depósito en el campo de anacardos.
- 1 depósito en la huerta de la Escuela Profesional con un canal de distribución a dos vertientes.
- 1 depósito en el campo de maíz Escuela Profesional con un canal de distribución a una vertiente.
- 1 depósito en la huerta de la Escuela Secundaria con un canal de distribución a una vertiente.

Todos los depósitos tienen una salida en T, en la que se puede acoplar una manguera, además de la salida del depósito a los canales de distribución. Como se puede leer en los puntos superiores, todos los depósitos presentan un canal de distribución salvo el del campo de anacardos, esto es debido al coste de la obra y que el riego de los árboles de anacardo será puntual, con marcos de plantación muy amplios, por lo que el riego se efectuará con manguera. Además, este depósito se empleará para llenar los bebederos del ganado, por lo que no tienen sentido construir un canal, a no ser que sea en forma de abrevadero.

Los canales están escavados en el suelo, con un relleno de gravilla de la zanja. Ya a ras de suelo, se levantan las paredes del canal, con losas de piedra y cemento. Por último, la cama del canal, que se encuentra sobreelevada unos 15-20 cm sobre el nivel del suelo para evitar que futuras labores en el terreno puedan taponar la salida del agua a las fincas. Los canales presentan una pequeña pendiente del 1-2%.

Cada diez metros existe una arqueta con tajaderas o compuertas. Las tajaderas son de hierro con un marco de hierro en el que encajan. Poseen un asa para tirar de ellas y están unidas por una cadena al canal, para evitar su robo.

En el caso del campo de maíz y de la huerta de la Escuela Secundaria las arquetas tienen una puerta y dos orificios donde encajan, ya que el agua solo vierte hacia un lado. Para el caso de la huerta de la Escuela Profesional, existen en cada arqueta dos tajaderas y tres posiciones donde encajan, para así poder verter hacia los dos lados del campo que se va a cultivar.

Figura 31: Canal de riego y tajadera

Fuente: Elaboración propia



4.1.2.4.- Caudales del sistema de riego

Los aportes de agua máxima de los depósitos son de 166 l/min ($9,9 \text{ m}^3/\text{h}$). Estos aportes se deben tomar como una estimación, ya que el volumen de agua en el depósito irá variando con el tiempo, por lo que el caudal, al no ser constante la fuerza de la masa de agua, irá variando con el tiempo. La estimación de vaciado de todo el volumen del depósito es de unos 30 minutos.

Para el cálculo de los caudales se procedió a medir el tiempo de llenado de 5 baldes de volumen conocido. El llenado se medía cuando el caudal estaba estabilizado, es decir, se abría la salida y se dejaba un momento para que se estabilizara tras la apertura.

El balde tenía un volumen de 20 l y el tiempo medio de llenado de las cinco mediciones fue de 7,218 s.

4.2.- Métodos

4.2.3.- Análisis de suelos

Los puntos de muestreo fueron los que se indican en el plano 2, Anexo Nº1. Pertenecen al campo de anacardo, el campo de frutales, el campo de maíz y la huerta de la escuela.

En el campo de maíz se procedió a tomar dos muestras ya que en la zona baja de la parcela la vegetación que se presentaba era de menor porte y según se informó, en ocasiones, se suelen producir anegamientos en ella en época de lluvias.

Las muestras de cada punto se tomaron a dos profundidades. La primera de 0 a 5 cm, ya que esta capa suele recibir un mayor aporte de materia orgánica proveniente de la hojarasca, además de que es la capa que se suele ver afectada por las quemaduras habituales para abrir campos de cultivo.

La segunda muestra del punto se tomó de los 5 a los 20 cm. Las propiedades del suelo en esta capa no están tan condicionadas ya por las condiciones superficiales. Además fue inviable muestrear a mayor profundidad dado la dureza del terreno y la precariedad de los útiles de muestreo con que se contaba.

4.2.3.1.- Análisis físico

Las propiedades estudiadas han sido la textura por medio de densímetro de Bouyoncos, tanto para la clasificación USDA como para la ISSS.

También se ha estudiado el porcentaje de agregados estables en agua. La agregación de las partículas mediante la inmersión, durante un minuto, de una muestra de suelo tamizado en agua destilada. Se coloca la muestra en un tamiz de 2 μm de luz, y se sumerge a un ritmo de una inmersión por segundo. Posteriormente se corrige el resultado restando las arenas, las cuales tienen un tamaño de partícula mayor de 2 μm .

Se determina la capacidad de campo y el punto de marchitez a través de la pasta saturada. La capacidad de campo se estima como la mitad de la saturación del suelo, y el punto de marchitez como un cuarto de ésta. Estas estimaciones son aproximadas, por lo que puede no se acerquen del todo a la realidad. Con estos valores y la densidad aparente, se determina la Capacidad de Retención de Agua Disponible (CRAD) en el suelo, lo que nos dará una idea de la capacidad que tiene el suelo para mantener la humedad, de la frecuencia con la que se deben aplicar los riegos, etc.

4.2.3.2.- Análisis químico

Se ha realizado el análisis de conductividad eléctrica por medio de un conductivímetro, así como el pH con un pHmetro.

Además también se ha medido el porcentaje de carbono orgánico, para la determinación de la materia orgánica, por el método Walkley-Black.

"Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)"

4.2.2.-Campos de producción: Mediciones

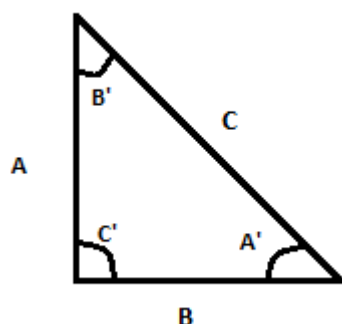
Las mediciones de los campos se realizaron por medio de triangulaciones. Se empleó una cinta métrica de 50 m y estacas. En la medición de los campos colaboraron 5 alumnos de la escuela.

Partiendo de una esquina del campo se marca el punto con una estaca y se mide un lado del triángulo, marcando el vértice final con otra estaca. De esta forma se procede hasta sacar el número que se determine de triángulos por parcela. El número es variable y se basa en la dificultad para medir grandes distancias con una cinta métrica de 50 m, o por la forma de la parcela.

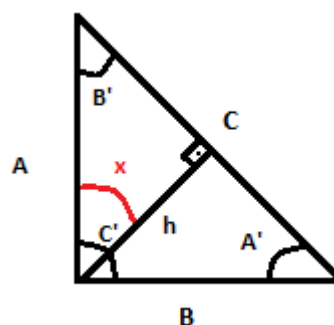
La razón de emplear la triangulación en lugar de suponer parcelas rectangulares, es que las parcelas están abiertas manualmente y por tanto la exactitud en las trazas de las aristas de las parcelas podía no ser muy exacta. Con este método se evita el error de suponer los ángulos de las esquinas ángulos rectos.

Conociendo los lados de los triángulos se puede obtener los ángulos, y conociendo estos, se puede calcular la altura del triángulo. El área será, lógicamente, la base por la altura dividido entre dos.

Figura 32: Representación de los triángulos para el cálculo de las áreas



1 Triángulo del que se desconocen los ángulos



2 Triángulo del que se desconoce la altura

$$1) C^2 = A^2 + B^2 - 2AB\cos C' \quad \rightarrow \quad C'$$

$$\text{Sen } A'/A = \text{Sen } C'/C \quad \rightarrow \quad A'$$

$$A' + B' + C' = 180^\circ \quad \rightarrow \quad B'$$

$$2) B' + 90^\circ + x = 180^\circ \quad \rightarrow \quad x$$

$$\text{Cos } x = h/A \quad \rightarrow \quad h$$

$$\text{Área} = (C \cdot h)/2 \quad \rightarrow \quad \text{Área del triángulo}$$

Las superficies de los campos, así como el número de triangulaciones que se efectuaron se muestran en la tabla inferior.

Tabla 30: Área de los campos y número de triangulaciones realizadas para su medición

	Campo de anacardos	Campo de piñas	Campo de frutales	Campo de maíz	Huerta de la Escuela Profesional
Nº de triángulos	5	4	4	2	5
Área total (m ²)	45.125,50	2.126,30	6.393,30	13.731,00	16.81,4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1.- Interpretación de los resultados obtenidos

5.1.1.- Condicionantes de la zona

5.1.1.1.- Clima

El clima es de tipo semiárido a subhúmedo seco, teniendo una marcada época seca y otra época de lluvias. La estación lluviosa en Mozambique abarca los meses de Noviembre a Abril. La estación lluviosa coincide a la vez con el verano y con las mayores temperaturas. La estación seca comprende los meses de Mayo a Octubre, siendo los meses de invierno y de temperaturas algo más frescas (unos 20°C, aunque puede descender a veces hasta los 15°C).

Este factor condicionarán las técnicas de cultivo, por las que se tiene que depender de un sistema de riego para el aporte de agua en la época seca. Además se deben emplear las técnicas adecuadas para reducir al máximo las pérdidas de agua del suelo (riegos frecuentes de poco caudal, o el empleo de acolchado sobre las calles).

Las temperaturas durante todo el año son elevadas, de 20 a 25°C de media, coincidiendo con las temperaturas óptimas de la mayoría de los cultivos. Pueden existir ciertos problemas para el cultivo del ajo, que requiere unas condiciones de frío para formar los bulbillos; para el cultivo de la col que sus máximos de temperatura se sitúan entre 25-30°C; para el cultivo de la zanahoria cuyos máximos de temperatura para obtener buenas producciones se sitúa en los 21°C; o para la chirimoya, con temperaturas adecuadas de cultivo de entre 18 y 22°C.

En lo referente a las hortalizas, si se desea cultivarlas se deberán buscar variedades en el mercado que estén adaptadas a estas climatologías.

Además de las temperaturas y las precipitaciones, el clima de la escuela de Mariri presenta una duración del día de entre 11 y 13 horas, casi invariable a lo largo del año, por lo que es difícil distinguir periodos de día corto y periodos de día largo. Este hecho puede influir en la floración de algunas hortalizas como en el caso del ajo, o en el porcentaje de flores femeninas respecto a las masculinas como en el caso de las cucurbitáceas. La solución es elegir para el cultivo variedades adaptadas a fotoperiodos neutros. Además se debe tener en cuenta si la escuela quiere producir sus propias semillas de ajo, por ejemplo, o prefiere comprarla, con lo que la problemática de floración desaparece.

5.2.1.2.- Resultados del análisis de suelo

Los resultados de los muestreos son los siguientes:

Punto 1-Campo de anacardos

Situación: Zona situada al sur de la Escuela Secundaria

Pendiente: <2% hacia el sur

Cultivo: Árboles de anacardo de forma permanente. Leguminosas entre líneas ocasionalmente

Otros datos: Tierra rojiza

Fecha: 1-9-2010

Propiedades Físicas					
Textura USDA					
Profundidad	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural USDA
0-5	11,46	62,98	9,65	15,90	Franco arenosa
5-20	13,67	59,97	8,85	17,51	Franco arenosa
Textura UISSS					
Profundidad	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural ISSS
0-5	11,46	68,61	4,02		Franco arcillo arenosa
5-20	13,67	64,79	4,03		Franco arcillo arenosa

Propiedades Físico-Químicas				
Profundidad	pH	Conductividad eléctrica (dS/cm)	Porcentaje de agregados estables	Materia Orgánica (%)
0-5	6,9	0,1151	28,84	1,15
5-20	6,7	0,0296	29,27	0,98

Da	1,45			
Profundidad	Pasta saturada (%)	CC (%)	Pm (%)	CRAD (mm)
0-5	29	14,5	7,25	5,26
5-20	26	13	6,5	14,14
CRADt en los 20 cm superficiales (mm)				19,39

Punto 2-Campo de la Laguna

Situación: Zona baja de la escuela, junto a la laguna, de características similares a las del campo de piña

Pendiente: 2-5% hacia el norte

Cultivo: Vegetación adventicia

Otros datos: Suelo húmedo en el segundo horizonte. Rebrotos de vegetación constantes

Fecha: 1-9-2010

Propiedades Físicas					
Textura USDA					
Profundidad	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural USDA
0-5	17,00	68,70	7,24	7,06	Arenosa franca
5-20	72,36	9,88	11,26	6,50	Arenosa franca
Textura ISSS					
Profundidad	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural ISSS
0-5	17,00	73,52	2,42	7,06	Arenosa
5-20	72,36	14,70	6,44	6,50	Arenosa

Propiedades Físico-Químicas				
Profundidad	pH	Conductividad eléctrica (dS/cm)	Porcentaje de agregados estables	Materia Orgánica (%)
0-5	6,9	0,1572	38,49	1,91
5-20	7	0,0608	0,00	1,66

Da	1,6			
Pasta saturada				
Profundidad	(%)	CC (%)	Pm (%)	CRAD (mm)
0-5	29	14,5	7,25	5,80
5-20	30	15	7,5	18,00
CRADt en los 20 cm superficiales (mm)				23,80

Punto 3-Campo de frutales

Situación: Zona elevada con una ligera pendiente. Parte trasera de los dormitorios masculinos de la Escuela Profesional

Pendiente: <2% hacia el sur

Cultivo: Tomate y brásicas

Otros datos: Aportes de riego en invierno

Fecha: 1-9-2010

Propiedades Físicas					
Textura USDA					
Profundidad	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural USDA
0-5	13,53	64,13	11,26	11,08	Arenosa franca
5-20	15,85	64,23	8,04	11,88	Arenosa franca
Textura ISSS					
Profundidad	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural ISSS
0-5	13,53	71,37	4,02	11,08	Franco arenosa
5-20	15,85	69,05	3,22	11,88	Franco arenosa

Propiedades Físico-Químicas				
Profundidad	pH	Conductividad eléctrica (dS/cm)	Porcentaje de agregados estables	Materia Orgánica (%)
0-5	7,1	0,1056	27,11	1,45
5-20	6,4	0,1122	26,74	1,09

Da	1,5			
Profundidad	Pasta saturada (%)	CC (%)	Pm (%)	CRAD (mm)
0-5	28	14	7	5,25
5-20	28	14	7	15,75
CRADt en los 20 cm superficiales (mm)				21

Punto 4-Campo de maíz

Situación: Campo situado al final de la escuela, al lado izquierdo de la huerta de la escuela. Zona superior del campo

Pendiente: 5% hacia el sur

Cultivo: Asociación de maíz y leguminosas. El maíz no ha completado su ciclo.

Otros datos: Presenta una vegetación más desarrollada que en la zona baja

Fecha: 1-9-2010

Propiedades Físicas					
Textura USDA					
Profundidad	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural USDA
0-5	50,92	26,50	10,45	12,13	Franco arenosa
5-20	51,83	23,18	11,25	13,74	Franco arenosa
Textura ISSS					
Profundidad	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural ISSS
0-5	50,92	31,33	5,63	12,13	Franco arenosa
5-20	51,83	28,00	6,43	13,74	Franco arenosa

Propiedades Físico-Químicas				
Profundidad	pH	Conductividad eléctrica (dS/cm)	Porcentaje de agregados estables	Materia Orgánica (%)
0-5	7,1	0,0346	0,00	1,62
5-20	7,3	0,0201	0,00	1,45

Da	1,5			
Profundidad	Pasta saturada (%)	CC (%)	Pm (%)	CRAD (mm)
0-5	32	16	8	6
5-20	28	14	7	15,75
CRADt en los 20 cm superficiales (mm)				21,75

Punto 5-Campo de maíz

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Situación: Campo situado al final de la escuela, al lado izquierdo de la huerta de la escuela. Zona inferior del campo

Pendiente: 5% hacia el sur

Cultivo: Asociación de maíz y leguminosas. El maíz no ha completado su ciclo.

Otros datos: Presenta una vegetación de menor desarrollo. Pueden producirse encharcamientos puntuales en época de lluvias

Fecha: 1-9-2010

Propiedades Físicas					
Textura USDA					
Profundidad	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural USDA
0-5	51,29	23,73	12,85	12,14	Franco arenosa
5-20	47,26	24,54	13,67	14,54	Franco arenosa
Textura ISSS					
Profundidad	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural ISSS
0-5	51,29	29,35	7,22	12,14	Franco arenosa
5-20	47,26	30,96	7,24	14,54	Franco arenosa

Propiedades Físico-Químicas				
Profundidad	pH	Conductividad eléctrica (dS/cm)	Porcentaje de agregados estables	Materia Orgánica (%)
0-5	6,7	0,0513	0,00	1,73
5-20	6,7	0,0323	0,00	1,73

Da	1,5			
Profundidad	Pasta saturada (%)	CC (%)	Pm (%)	CRAD (mm)
0-5	30	15	7,5	5,63
5-20	28	14	7	15,75
CRADt en los 20 cm superficiales (mm)				21,38

Punto 6- Huerta de la Escuela

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Situación: Campo contiguo al campo de frutales

Pendiente: <2% hacia el sur y un 5% hacia el norte

Cultivo: Leguminosa en el año anterior, actualmente vegetación adventicia

Otros datos: Restos de posibles quemas

Fecha: 1-9-2010

Propiedades Físicas					
Textura USDA					
Profundidad	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural USDA
0-5	14,66	69,44	7,22	8,68	Arenosa
5-20	65,24	14,59	11,25	8,92	Arenosa franca
Textura ISSS					
Profundidad	Arena gruesa (%)	Arena fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural ISSS
0-5	14,66	74,26	2,40	8,68	Arenosa
5-20	65,24	21,02	4,82	8,92	Arenosa

Propiedades Fisico-Químicas				
Profundidad	pH	Conductividad eléctrica (dS/cm)	Porcentaje de agregados estables	Materia Orgánica (%)
0-5	7,6	0,1344	37,98	1,84
5-20	7,5	0,0492	0,00	1,28

Da	1,6			
Profundidad	Pasta saturada			
	(%)	CC (%)	Pm (%)	CRAD (mm)
0-5	28	14	7	5,6
5-20	30	15	7,5	18
CRADt en los 20 cm superficiales (mm)				23,6

Los suelos, según el criterio USDA (1983) de evaluación de los suelos (tabla 31) en función de la Capacidad de Retención de Agua disponible (CRAD) en 150 cm se clasificarían en tipo moderado (tabla 32).

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Tabla 31: Criterio USDA (1983): CRAD (mm) en 150 cm de profundidad

< 64	Muy baja
65-127	Baja
128-190	Moderada
191-250	Alta
>250	Muy alta

Tabla 32: Valores de CRAD en 150 cm de profundidad para los suelos de la Escuela de Mariri

Punto de muestreo	CRAD en 150 cm (mm)	CRAD
1-Campo de anacardos	150	Moderada
2- Campo de la laguna	179	Moderada
3- Campo de frutales	158	Moderada
4- Campo de maíz	163	Moderada
5- Campo de maíz	160	Moderada
6- Huerta de la escuela	177	Moderada

Según la textura del suelo, la velocidad de infiltración² del suelo estaría entre los 7,62 y los 11,43 mm/h, es decir, una velocidad rápida, el agua se pierde rápidamente.

5.2.1.3.- Discusión del análisis de suelo

Se puede decir que en suelos del ámbito de la escuela en general son de tipo arenoso o franco arenoso, con un nivel medio-bajo de materia orgánica (m.o.) y un pH neutro o ligeramente ácido, entre 6,5 y 7.

Estos valores de acidez se encuentran dentro de los valores de los cultivos previstos, salvo el caso de la piña, que podría precisar suelos un poco más ácidos (4,5-5,5, ver punto 2.5.2.1).

No presentan ningún problema de salinidad, lo cual en cierta medida da fe de la falta de bases de cambio que se exponen en el punto 4.1.1.2. Además del problema de falta de bases, la falta de fracción arcilla, así como los bajos niveles de materia orgánica de los suelos puede suponer un problema al tener el suelo una baja capacidad de intercambio catiónico, y por tanto, una baja capacidad para evitar la pérdida por infiltración de los elementos solubles. Además, el suelo tendrá un menor poder de contrarrestar posibles fenómenos de acidificación del suelo.

En lo referente a la textura, salvo algunas hortícolas (sandía, cebolla...) o el maíz, que prefieren suelos de texturas medias, o francas, todos los demás cultivos se desarrollan correctamente en las condiciones de suelo que se tienen. Incluido estos indicados anteriormente se pueden desarrollar correctamente.

² Grupos de suelos según la Velocidad de infiltración final, MOPU

Los contenidos de materia orgánica son bajos, siendo recomendable incrementarlos mediante aportes de estercoladuras y restos vegetales de las cosechas. Se debe tener en cuenta que la velocidad de humificación de la materia orgánica en la región por las condiciones climáticas es muy rápida, por lo que no se debe descuidar este aspecto si no se quiere que el porcentaje disminuya todavía más.

Los aportes de materia orgánica además mejorarían la estructura del suelo, la capacidad de intercambio catiónico y la retención de agua en el suelo. Se observa como los horizontes con algo más de materia orgánica presentan algo de estabilidad estructural, mientras que los suelos con valores bajos de m.o. no presentan estructura.

Las parcelas de la huerta de la escuela y del campo de anacardos son las que por contenido de materia orgánica, fracción arcilla y estabilidad estructural necesitarían un mayor aporte de materia orgánica. Si tenemos en cuenta que las labores en el terreno serán más intensas en la huerta y en el campo de maíz, y por tanto se acelerará la humificación de la materia orgánica, tal vez sea más aconsejable el aporte de materia orgánica en estas dos parcelas, especialmente en la huerta de la escuela.

El suelo en la segunda profundidad del Campo de la Laguna tampoco presenta estructura.

Ante los valores de infiltración del suelo, y aunque la CRAD sea moderada, se recomienda el riego frecuente y de poco caudal para que las plantas no sufran condiciones de estrés hídrico.

Se debe tener muy en cuenta la baja fertilidad de todos los suelos, lo que condicionará las rotaciones de cultivo, así como el manejo de los suelos; adquiriendo un carácter especial los aportes de nutrientes por medio de estercoladuras y material compostado, así como los cultivos de leguminosas como fuente de nitrógeno.

5.2.1.3.- Recursos

La escuela cuenta con dos recursos muy importantes para poder tener una buena producción. Por un lado la superficie de terreno con la que cuenta, que les permite producir en época de lluvias en cantidades abundantes, si la mano de obra se lo permite. El otro es el sistema de riego por gravedad. Éste condiciona las zonas de cultivo, especialmente de hortícolas, que se producen en su mayoría en época seca, por lo que se deben confinar a los espacios que cuenten con aportes de agua.

Un recurso condicionante también es la mano de obra y la maquinaria y herramienta de trabajo. La mecanización que se pueden permitir es muy reducida, pero cuentan con bastante mano de obra, aproximadamente 100 personas que trabajan unas 2-4 horas diarias en el campo, según los horarios de clases.

5.1.2.- Necesidades de la escuela

En el punto 2.5.1 han quedado marcados los deseos de producción de la escuela, con el fin de poder tener diversidad en la producción y con ello que el alumnado pueda desarrollar sus habilidades en todos los campos. Este es una de los principales condicionantes de la planificación, ya que no se debe olvidar que se trata de una escuela de formación, actual motor del desarrollo del país, pues los alumnos que de aquí salgan, no solo serán futuros productores, sino que son el medio de transmisión de conocimientos en las aldeas donde viven. Por ello se tratará de englobar todos los cultivos en la producción de la escuela.

5.1.3.- Cultivos

5.1.3.1.- Frutales

Por un lado estarían los frutales, distinguiendo entre los que pueden tener producción continua a lo largo de todo el año, y para los que habrá que tener por tanto una especial atención en su riego en la época seca, y los que tienen producción estacional.

Entre los primeros se encuentran el banana o plátano, cultivo ya de por sí bastante exigente en agua, la papaya y la guayaba. En el grupo de los de producción estacional se encontrarían la piña, el mango, la maracuyá, el anacardo, las anonas y los cítricos. Algunos de ellos precisarán de una marcada estación seca (mango, anacardo), mientras que otros seguirán precisando riegos en la época improductiva, algo más espaciados que en la época productiva, pero sin descuidarlos.

5.1.3.2.- Herbáceos semiextensivos y hortícolas

Hacen referencia a los cultivos anuales o bianuales, de porte herbáceo o semileñoso. En general, como ya se ha mencionado en los puntos 2.5.1.1.- Clima y 2.5.1.2.- Suelo, la mayoría de los cultivos se adaptarían a Mariri según estos condicionantes. Especial cuidado se deberá tener sobre todo con el caso del ajo, por lo que las superficies de cultivo deben ser meramente representativas para conocimiento del alumnado.

La clasificación de los cultivos en función de la época de cultivo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 33: Cultivos de invierno (época lluviosa) y cultivos de verano (época seca)

Invierno			Verano		
Cultivo	Fecha siembra/plantación	Fecha recolección	Cultivo	Fecha siembra/plantación	Fecha recolección
Boniato	Marz	Jn-Jl	Patata	Marz-May	Sept-Nov

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Feijão	Dic-Feb	Marz-May	Boniato	Ag-Sept	Oct-Dic
Mandioca	Nov-Dic	Ag-Oct	Tomate*	Marz-Sept	May-Nov
Cacahuete	Dic	Marz-May	Lechuga*	Marz-Sept	Abr-Nov
Maíz**	Nov-Dic	Feb-Marz	Pimiento	Marz	Jn-Jl
Arroz**	Dic	May-Jn	Berenjena	Marz	Jl-Ag
Calabaza	Dic-Feb	Marz-May	Col/Repollo*	Marz-Jl	May-Nov
Pepino	Dic-Feb	Marz-May	Cebolla	Marz-Jl	Ag-Dic
Sandía	Dic-Feb	Feb-Abr	Ajo	Marz-Jl	Ag-Dic
Quiabo	Todo el año	Todo el año			

*Se pueden cultivar durante todo el año con empleo de mallas de sombreo para reducir las altas temperaturas y evitar que les afecten las lluvias.

**Se pueden cultivar durante todo el año con el empleo de riego.

5.2.- Planificación, distribución y recomendación de cultivos

5.2.1.- Distribución

Con lo expuestos hasta ahora se decide la siguiente distribución:

5.2.1.1.- Frutales

- El anacardo se quedaría en las 3 ha en que la escuela ya tiene plantado de este cultivo desde hace 2 años y que el próximo año comenzará a entrar en producción (nº1 del plano 1, Anexo Nº1). Parece que el objetivo es el empleo para pasto de animales de toda la parcela, aprovechando la sombra de los anacardos, la presencia cercana de agua (depósito) y la gran extensión (4,5 ha, 2,5 ha con cultivo de anacardo y 2 ha más sin cultivo alguno). Por tanto, y ante este destino, parece que lo mejor sería la siembra de gramíneas y leguminosas para alimentación de ganado.

En las dos hectáreas que queda sin árboles frutales, se podría realizar la plantación de árboles de mango, dado que es bastante resistente a la sequía. Además, los marcos de plantación, por las condiciones nutricionales del suelo y porque los árboles suelen ser pies francos, y por tanto de mayor porte, se recomiendan que sean de 12x12 m, lo que puede proporcionar espacio adecuado para el pastoreo. Se podría incluso elevar a valores de 15x15 m.

- La piña y el plátano, por sus elevados requerimientos de humedad, y de acuerdo con las indicaciones de los profesores de la Escuela Profesional de Mariri, se localizarían en la parcela de 2.130 m², localizada en la parte baja de la escuela, junto a la laguna (nº 2 del plano 1, Anexo Nº1).

La parte cercana a la laguna, de menor profundidad de suelo, se destinaría a la piña, ya que tiene un sistema radicular que alcanza como mucho los 30 cm de profundidad.

El plátano se colocaría en la parte elevada de esta parcela, ya que la profundidad del cultivo según la bibliografía consultada puede llegar a los 60 cm, pero también tiene unas necesidades elevadas de humedad.

- El resto de frutales se localizarían en el espacio que queda entre la escuela y la huerta. Este espacio no cuenta con sistema de riego por gravedad, ya que por la pendiente del terreno y la localización del depósito, el agua no correría libremente. Pero sí se puede aprovechar el depósito para regar los pies de los árboles con empleo de una manguera.

Esta parcela, como se aprecia en el plano (nº4 del plano 1, Anexo Nº1), está dividido en dos partes: Una junto al corral de los rumiantes de pequeño tamaño, de 3.000 m². La otra, al otro lado de un camino que conduce a la huerta, de 3.300 m². Este segundo espacio actualmente ya cuenta con algún cítrico (limones y naranjos a marco de 6x6 m).

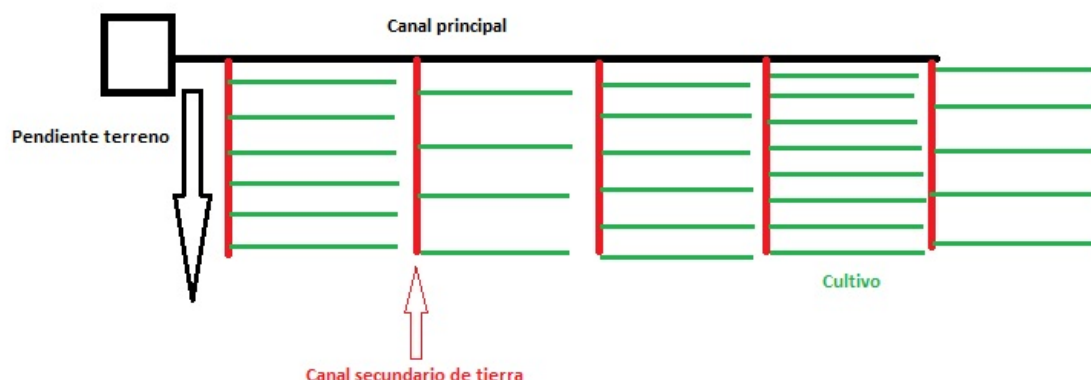
Así pues, se podría aprovechar el terreno junto al corral para el cultivo de papaya y anona, dado que no precisan de polinizadores, y agrupar en el otro la guayaba, la maracuyá y los cítricos. Además, tanto la papaya como la guayaba se colocarían en el lado más cercano al depósito, para facilitar las labores de riego, dado que la producción es continua todo el año.

5.2.1.2.- Herbáceos semiextensivos y hortícolas

La distribución de estos cultivos se limita a la huerta de la Escuela Profesional (1,7 ha) y al campo de maíz (1,4 ha). Además de estos dos campos, que poseen un sistema de riego por gravedad como ya se comentó anteriormente, se podrían habilitar más tierras de cultivo para los cultivos extensivos (maíz, mandioca, *feijão*, cacahuete, etc.) que se cultivan en época de lluvias, no precisando del aporte de agua externo.

En un principio, la idea es distribuir los cultivos en tablas de 10 m de ancho, que coincide con la distancia entre las compuertas del canal de riego, lo que permitirá una sistematización del cultivo y de las rotaciones más adecuadas. El regadío de todos los cultivos en época seca se llevará a cabo mediante la construcción de un canal de tierra perpendicular al canal principal, en la línea de pendiente del terreno, y las líneas de cultivo colocadas en paralelo al canal principal.

Figura 33: Colocación de los cultivos en función del canal de riego



En la zona de la huerta más cercana al depósito y a la escuela sería aconsejable la construcción de una malla de sombreado para que la escuela pueda tener producción de hortalizas continua todo el año. Tomando las dos tajaderas de riego más cercanas a la escuela y el ancho del campo que queda al sur del canal, se consigue una superficie con malla de sombreado de 1.200 m². Esta malla constaría de una estructura de soporte en forma de parral, sobre la que se coloca la cobertura, que será semipermeable.

La distribución de los cultivos se debe realizar en función de las necesidades de la escuela. En líneas generales, y sin poder profundizar mucho, ya que las necesidades variarán en función de la época del año (vacaciones, clases, prácticas...) y el número de alumnos matriculados, se puede considerar que la dieta está principalmente basada en hidratos de carbono, complementada con el aporte de vitaminas y minerales de las hortalizas y con proteínas de origen animal.

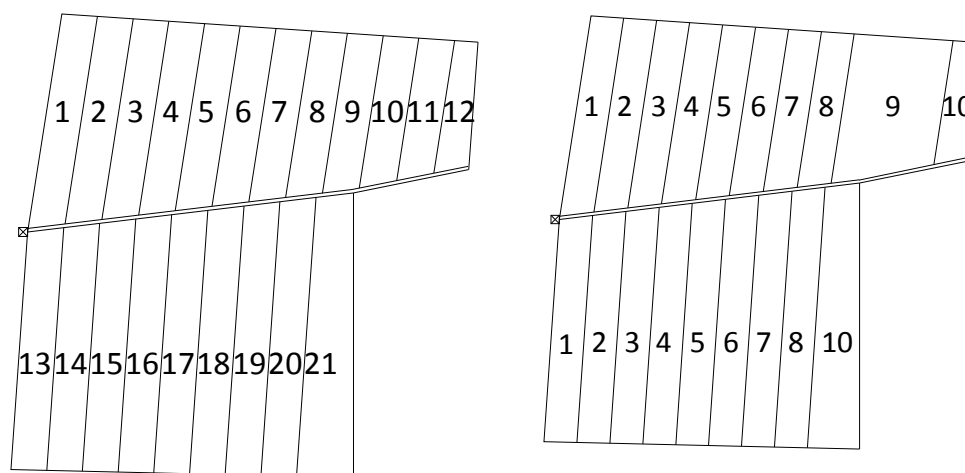
Así pues, los principales cultivos en superficie y producción deberían ser el maíz, la mandioca, la patata, el boniato, las leguminosas y el arroz. Este último seguramente sea difícil de cultivar en la escuela dada la porosidad del suelo, lo que va a dificultar la retención de la humedad en el suelo, por lo que se descarta su cultivo. La patata también se elimina de la rotación dado que se cultiva en época seca y se requiere un periodo de reposo del terreno de 4 años entre solanáceas y esto limitaría la producción de tomate, berenjena o pimiento. Se estima además que el número de cultivos energéticos es ya adecuado. Las leguminosas, además de para alimentación humana, pueden ser empleadas para alimentación animal, especialmente su follaje, si va a ser desaprovechado (caso del cacahuete). También puede emplearse la mandioca como aporte energético en la dieta de aves, sustituyendo así las raciones a base de maíz; e incluso, se puede realizar un cultivo de maíz en invierno (en regadío) para el aprovechamiento de las mazorcas en madurez lechosa y el empleo de las cañas y hojas para alimentación de los rumiantes.

No quiere decir que la producción obtenida sea el sustento nutricional de la escuela, pues el internado recibe fondos para alimentación de la Dirección Provincial de Educación, pero si puede ser un aporte suplementario, tanto nutricional como económico.

Con todo esto, la distribución de cultivos de la Escuela que se recomienda es la siguiente:

- **Campo de maíz:** Se recomienda su partición en cinco franjas paralelas a la pendiente del terreno, de manera que los 14.000 m² se distribuyan en 5 hojas de cultivo³ de unos 2.800 m² cada una. Esta distribución permitirá llevar a cabo una rotación adecuada de cultivos. En el punto 5.2 se explica la rotación recomendada para esta superficie.
- **Huerta de la Escuela Profesional.** Para esta parcela se plantea la separación de los 17.000 m² en hojas de 10 m de ancho, coincidiendo con las puertas de riego del canal, y la longitud de los campos. De esta forma se consiguen 21 subparcelas de dimensiones variables entre 1.045 m² la más grande y 290 m² la más pequeña. Evidentemente estas diferencias son grandes, al igual que el número de subparcelas de cultivo. Para facilitar la rotación, el manejo, e igualar las hojas, se plantea trabajar en bloques. Estos bloques estarían constituidos por 2 o 3 subparcelas, obteniéndose así 10 hojas de cultivo de un tamaño semejante de 1.266 m² de media. Con ayuda de la figura inferior y de la tabla siguiente se pretende explicar mejor esta división. La rotación de los cultivos se presentará en el punto 5.2.

Figura 34: Distribución de las subparcelas (derecha) y hojas (izquierda) de la huerta de la Escuela Profesional



³ El término hoja del cultivo hace referencia a las subdivisiones sobre las que se produce un cultivo de la rotación. Así, una parcela puede tener 3 hojas, por lo que la superficie de la parcela está dividida para una mejor organización. Estas hojas no tienen porque ser iguales en superficie.

Tabla 34: Dimensiones de las subparcelas y de las hojas de la huerta de la escuela

Subparcela	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Superficie
Superficie (m ²)	600	580	560	540	523	500	484	464	444	420	390	290	670	690	713	720	735	750	764	780	1045	Total (m ²)
Hoja 1																						1.270
Hoja 2																						1.270
Hoja 3																						1.273
Hoja 4																						1.260
Hoja 5																						1.258
Hoja 6																						1.250
Hoja 7																						1.248
Hoja 8																						1.244
Hoja 9																						1.254
Hoja 10																						1.335

5.2.2.- Recomendaciones de cultivo

5.2.2.1.- Frutales

En general las recomendaciones para los cultivos frutales son la de realizar alcorques alrededor de los pies de los árboles, limpiando la vegetación que surja y que puede competir con ellos, removiendo en superficie la tierra y cubriéndolo posteriormente con una capa de 10 cm de cobertura vegetal muerta para aumentar la retención de humedad. Previamente a esta colocación, sería recomendable la aportación de 2-3 kg de compost o estiércol bien descompuesto por pie y mezclado con la tierra.

- Campo de anacardo (nº1 del plano 1, Anexo Nº1): Esta parcela tiene un depósito al que se puede acoplar una manguera para regar los pies mensualmente en la época seca. En dicha parcela y entre los árboles plantados a tresbolillo a marcos de 12x12 m, se pueden sembrar leguminosas, incluido cacahuete; sandías o calabazas, en época lluviosa.
- Campo de piña: La piña plantada en la zona baja de la parcela, la más cercana a la laguna, de menor profundidad, se plantará a marco de 45x40 cm en líneas gemelas, con pasillos de 60-70 cm. Si se detectase que el suelo está demasiado húmedo se podría cultivar en pequeñas mesas. El riego se puede hacer en el pie o en el centro de la roseta mejor, pero nunca se debe permitir que el centro de la roseta se llene de tierra a causa de las labores. Eliminar los retoños que surjan hacia el camino, dejando uno por planta, hacia el interior de la hilera, una vez recolectada la piña.

Para el plátano, los marcos deberían ser de 5x5 m. No dejar nunca los pseudotruncos una vez que se ha recolectado el racimo, pues dificultará la renovación de la planta y con ello la nueva producción. Dejar únicamente un brote por planta. Eliminar las hojas secas de las plantas.

- Campo de frutales: Los marcos de plantación serán para cítricos de 6x6 m, dependiendo de la especie cultivada. Para guayaba, de 7x7 m, y para maracuyá, de 4x4 m, ayudado de espaldera para su mejor producción. La

presencia de la espaldera aconseja plantar la maracuyá en el lado más cercano a la escuela, para evitar robos o vandalismo. La estructura bastará con que se haga de cañas o material local. Dado que la superficie no va a ser muy extensa, sería preferible el empleo de un emparrado, que aunque supone un incremento de las labores de construcción, aumenta en cierta medida la producción.

Por tanto, y como resumen de esta parcela, la distribución quedaría de la siguiente manera: En la subparcela junto al corral de pequeños rumiantes, en la parte en contacto con el corral, las anonas a marcos de 7x7 u 8x8 m, y en la parte más cercana a las huertas y el depósito, las papayas a marcos de 3x3 m. En la subparcela situada al otro lado del camino, junto a la escuela, la maracuyá con su estructura de emparrado para guiarla, a marco de 4x4 m. En el extremo junto a las huertas y el depósito, la guayaba a marco de 7x7 m, y entre medio de ambos, los cítricos, con un marco de media de 6x6 m.

En el caso de la guayaba, la maracuyá, las anonas y los cítricos se debe recurrir a podas de formación y podas de mantenimiento anuales.

Para las anonas se debe prestar especial atención a la polinización manual si se quiere obtener una producción adecuada. Consultar punto 2.5.2.8.

Para el caso de los cítricos, maracuyá y guayaba, dada su necesidad de polinizadores se podría colocar una colmena para mejorar la polinización. Tras la época de floración sería recomendable alejar la colmena para que las abejas puedan seguir alimentándose.

5.2.2.2.- *Herbáceos semiextensivos y hortícolas*

Primero indicar que la zona que cuente con malla de sombreo no se debe aprovechar como vivero, ya que si se cultivan en verano otros productos, el suelo puede estar infestado y las nuevas plantas que germinen se pueden contaminar.

Lo aconsejable es emplear una zona de vivero donde la tierra sea solarizada antes de usarla como sustrato, renovándola con cada nuevo cultivo. Para ello la escuela está levantando ya una estructura con material local para que sirva de cobertura, reduciendo la incidencia del sol.

Se deberían eliminar los árboles distribuidos por los campos de producción, siendo recomendable dejar árboles o plantar, en los márgenes de los campos, para proteger los cultivos de posibles vientos.

Para la producción de todos los cultivos es recomendable el empleo de cobertura muerta de unos 10 cm de espesor, bien sea *capim* seco, cáscara de *feijão* o de cacahuete, para aumentar la retención de agua en el suelo, y evitar así desecaciones

excesivas que puedan estresar a las plantas. Según los resultados de la experimentación realizada por López (2010) en el CIAM de Montepuez es más aconsejable la cobertura con restos de leguminosas.

Además, los riegos son recomendables efectuarlos de poca cuantía y con una frecuencia casi diaria, ya que el suelo es muy poroso y con mala estructura, por lo que las pérdidas de agua por percolación son importantes.

Aportes de compost elaborado con restos de cultivos y otros restos orgánicos, así como los estiércoles animales son una muy buena fuente de nutrición de las plantas. Se debe tener cuidado en el estado en que se aportan, evitando en la mayoría de los casos los aportes de estiércol frescos (donde aun es posible diferenciar las deyecciones sólidas de los animales, presenta una temperatura elevada). Estos aportes dependerán de la sensibilidad de los cultivos a ellos (ver puntos 2.5.3 y 2.5.4), pero deben ser casi periódicos si se quiere mejorar el terreno y la producción. Las aplicaciones normales serán unos quince días antes de las nuevas plantaciones, dada la elevada tasa de humificación de la m.o. en las condiciones climáticas de la región, mezclando el abono orgánico con el suelo.

Tabla 35: Recomendaciones de abonado orgánico para los cultivos herbáceos semiextensivos y hortícolas

Cultivo	Dosis	Momento de aplicación	Observaciones
Maíz	15-30 T/ha	Mín. 15 días antes del cultivo	
Mandioca	250 g/planta gallinácea	Mín. 15 días antes del cultivo	
Cacahuete	- gallinácea	En el cultivo anterior	Rico en K y Ca
Boniato	20-30 T/ha	En el cultivo anterior	Estiércol muy hecho
Patata	30-40 T/ha	Mín. 15 días antes del cultivo	
Zanahoria		En el cultivo anterior o 2 meses antes	Estiércol muy hecho
Ajo		En el cultivo anterior	
Cebolla	25 T/ha	En el cultivo anterior	
Sandía	40 T/ha		
Pepino	40-60 T/ha		Tolera abonos org. frescos
Col/Repollo	20-40 T/ha	Mín. 15 días antes del cultivo	
Lechuga	15 T/ha	En el cultivo anterior	Estiércol muy hecho
Tomate	20-40 T/ha	Mín. 15 días antes del cultivo	
Berenjena	20-40 T/ha	Mín. 15 días antes del cultivo	
Pimiento	60-80 T/ha		Tolera abonos org. frescos

En las tablas inferiores se presentan los aportes medios de nutrientes en función del estado de humificación del estiércol y el tipo de estiércol.

Tabla 36: Composición del estiércol de vacuno (%)

Fuente: Bartolini, 1990

	Materia seca	N	P₂O₅	K₂O	CaO	MgO	SO₃
Estiércol fresco y con paja	20-30	0,4	0,2	0,6	0,4	0,1	0,1
Estiércol bien hecho	15-25	0,5	0,3	0,7	0,5	0,2	0,2

Tabla 37: Composición química de las principales deyecciones utilizadas como abonos (%)

Fuente: Bartolini, 1990

	Materia seca	N	P₂O₅	K₂O
Vacuno, deyecciones líquidas	2,5-5	0,5-1	Trazas	1-1,5
Vacuno, deyecciones sólidas	16-18	0,2-0,6	0,1-0,3	0,1-0,2
Equino, deyecciones líquidas	6-9	1,2-2,0	0,1-2,0	0,9-1,6
Equino, deyecciones sólidas	21-23	0,4-0,6	0,3-0,5	0,1-0,3
Porcino, deyecciones líquidas	1-2	0,2-0,5	0,1	0,7-0,8
Porcino, deyecciones sólidas	10-16	0,3-0,7	0,2-0,5	0,1-0,5
Pollos, deyecciones sólidas	21-29	0,7-1,9	0,6-1,2	1,0-3,0

Se aconseja enterrar los restos de cultivo, especialmente de las leguminosas, tras la recolección, siempre y cuando no presenten síntomas de enfermedades.

En los cultivos en los que se haga siembra directa colocando varias semillas por golpe para asegurar la germinación, se debe dejar posteriormente una sola planta por golpe. Sería el caso del maíz o las cucurbitáceas. Cuando las plantas ya tengan unos 10-15 cm, se arrancarán todas menos una, dejando la más vigorosa y sana.

Para los cultivos de pepino, tomate, pimiento y berenjena se recomienda entutorar las plantas con cañas. Además, para el caso del tomate, si la vegetación es muy densa se pueden pinzar algunos brotes laterales de la parte basal para evitar que se forme una atmósfera muy húmeda y cálida que favorezca las enfermedades criptogámicas.

Para el tomate y la berenjena se menciona por algunos autores como recomendable la vibración de la planta para mejorar el cuajado, pues aunque las plantas son autógamas, la fecundación es mayor, obteniéndose frutos con mayor número de semilla, que producirán mayor cantidad de auxinas y con ello favorecerán el desarrollo del fruto (ver punto 2.5.4.3). Bastará con golpear las cañas de entutorado cuando las plantas presenten las flores maduras.

En las cucurbitáceas cultivadas sobre el terreno (calabaza y sandía), sería recomendable no mojar los frutos, si bien por la época de plantación es de esperar que se mojen.

Para el cacahuete, la batata y el *feijão jugo* (*Vigna subterranea*), se recomienda el cultivo sobre caballones, trabajando superficialmente la tierra en el caso del cacahuete y el *feijão* antes de la floración para permitir la penetración de las flores fecundadas en el suelo.

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

El cultivo de maíz se puede realizar en asociación con leguminosas.

Tabla 38: Cultivos, marcos de plantación y observaciones de los cultivos del campo de maíz de la Escuela Profesional

Cultivo	Marco de plantación	Observaciones de cultivo
Maíz	30-35x70 cm	Necesidades de agua altas 20-30 días antes de floración hasta 15 días después
Mandioca	80x100 cm	Necesidades importantes de agua entre los 4 y 6 meses
Cacahuete	70x25 cm	Sembrar sobre caballones
Batata o boniato	120x40 cm	Sembrar sobre caballones
Patata	70x35-40 cm	Sembrar sobre caballones. No tolera estiercoles frescos
Sandía	200x100	No mojar los frutos. Requerimientos hídricos importantes al inicio del desarrollo del fruto, suspendiendo los riegos 20 días antes de la recolección
Pepino	200x30	Entutorar con espaldera de cañas a 45-60°
Calabaza	300x100	No mojar los frutos. Requerimientos hídricos importantes al inicio del desarrollo del fruto, suspendiendo los riegos 20 días antes de la recolección
Quiabo	100x40	Necesidades de agua importantes hasta la floración

Tabla 39: Cultivos, marcos de plantación y observaciones de los cultivos de la huerta de la Escuela Profesional

Cultivo	Marco de plantación	Observaciones de cultivo
Tomate	100x50 cm	Vibrar las plantas para obtener un mejor cuajado
Berenjena	100x60 cm	Vibrar las plantas para obtener un mejor cuajado
Pimiento	80x40 cm	Soporta bien los abonos orgánicos
Col/Repollo	60x50 cm	No puede sufrir escases de agua durante la formación de la cabeza
Zanahoria	50x10 cm	Aportes de estiercol en el cultivo anterior, nunca antes del cultivo
Lechuga	50x30 cm	Aportes de estiercol en el cultivo anterior, nunca antes del cultivo
Cebolla	50x20 cm	Aportes de estiercol en el cultivo anterior, nunca antes del cultivo. Detener el riego 20-30 días antes de la recolección
Ajo	40x15 cm	Aportes de estiercol en el cultivo anterior, nunca antes del cultivo. Detener el riego 20-30 días antes de la recolección

5.2.2.3.- Estercolero y lugar de compostaje

Por lo expuesto anteriormente de la necesidad de realizar grandes aportes de materia orgánica a los suelos, se recomienda la construcción de una zona de estercolero y compostaje en la escuela. Ésta podría situarse al sur del campo de frutales, mínimamente alejada de las instalaciones de la escuela como dormitorios y aulas, para evitar olores y posibles focos de enfermedades.

La instalación puede ser bajo el nivel del suelo, semisubterráneo, o sobre el suelo. Se recomienda que sea sobre suelo ya que las labores pueden ser algo más cómodas, además de que las altas precipitaciones concentradas en unos meses pueden producir el encharcamiento del estercolero.

Debería presentar dos compartimentos separados como mínimo, uno para el estiércol y otro para el compostaje; aunque sería recomendable presentar 2-3 para compostaje y así poder compostar mensualmente un montón de restos orgánicos, y un

par de compartimentos para el estiércol, pudiendo separarse el estiércol bovino y ovino, del de las gallináceas junto con la cama del aviario.

Cada compartimento debe constar de tres paredes verticales, de un metro y medio aproximadamente de altura. El suelo debería presentar una plancha de cemento con una pequeña inclinación que permita recoger los lixiviados y aguas, evitando su vertido directo al suelo y previniendo una posible contaminación de los acuíferos subterráneos de los que se nutren los pozos de la escuela. El agua que se recoja debería servir para remojar los montones de estiércol-compost, para aportarles humedad y aumentar así la velocidad de maduración de los desechos.

5.2.- Rotación de cultivos

Para el caso de la Escuela Profesional de Mariri se plantean dos rotaciones: Una para el campo de maíz, con extensivos como cultivos centrales, y otra para la huerta de la escuela, con las hortícolas como cultivos centrales.

Se deben valorar los siguientes puntos para determinar la rotación adecuada:

- Las solanáceas no se recomiendan repetirlas en un espacio de 4-5 años.
- Las cucurbitáceas no se deben repetir en un plazo de 3 años.
- Las brásicas deben tener un periodo mínimo de rotación de 3 años.
- El cacahuete no se aconseja repetirlo en 3 años.
- Los cultivos precedentes favorables para cada especie (ver puntos 2.5.3. y 2.5.4).
- Pobreza del suelo tanto en estructura, como en materia orgánica y nutrientes.
- La profundidad de los sistemas radiculares:

Tabla 40: Profundidades de las raíces de los cultivos extensivos y hortícolas a implantar en la Escuela Profesional de Mariri

Fuente: Sánchez, 1970; Limongelli, 1979; Miguel, 1987; Reche, 1988; Rodríguez et al., 1989; García 1990; FDA, 1997; Alonso, 2002 y Arregui, 2008

Cultivo	Profundidad (m)	Cultivo	Profundidad (m)
Lechuga	0,2-0,5	Cucurbitáceas	0,4-0,6
Mandioca	1-2	Tomate	0,5-1
Maíz	0,6-1,2	Berenjena	0,5-0,6
Leguminosas grano	0,6-1,2	Pimiento	0,4-0,7
Col	0,3-0,6	Cebolla	0,3-0,6
Patata	0,4-0,6	Ajo	0,3-,4

Con todo lo expuesto se plantean las siguientes rotaciones:

- **Campo de maíz:** Dividido en 5 hojas, como ya se apuntó en el punto 5.1, se aconseja una rotación de 5 años, para no repetir el cultivo, en especial el de cucurbitáceas, las cuales requieren periodos de 3-4 años sin repetir especies de la familia. La rotación se presenta en la tabla 41 y el gráfico 7.
- **Huerta de la Escuela Profesional:** Queda dividida en 10 hojas, como se ve en la tabla 34. Las subparcelas 1 y 2, pertenecientes a las hojas 1 y 2, son las previstas para, en un futuro, albergar la malla de sombreo. En estas subparcelas la rotación de cultivos se sustituirán muchos de los cultivos de verano (maíz y leguminosas, principalmente), por cultivos hortícolas. La tierra será aconsejable que descanse en los periodos de invierno, mientras el resto de hojas están en producción de hortícolas (tabla 42 y gráfico 8).

La rotación recomendada para el resto de la huerta es la que se muestra en la tabla 43 y el gráfico 9.

Tabla 42: Rotación para el campo de maíz de la Escuela Profesional de Mariri

Año	1		2		3		4		5
Cultivo	Descanso	Quiabo	Feijão	Boniato	Cacahuete	Descanso	Maíz	Descanso	Mandioca
Fechas (Siembra/ Recolección)		Jn/Ene	Ene-Feb/ Abr-May	Ag/Oct-Nov	Dic/Abr		Dic/Marz		Dic/Oct

Tabla 41: Rotación para la huerta de la Escuela Profesional de Mariri

Año	1		2		3		4		5
Cultivo	Tomate	Feijão	Col/Repollo	Descanso	Descanso	Cacahuete	Pimiento/ Berenjena	Maíz	Zanahoria
Fechas (Siembra/ Recolección)	Marz-Sep/ May-Nov	Dic/ Marz-Abr	May-Jn/ Jl-Oct			Dic/Marz	Marz/Jn-Ag	Nov/Feb	Marz/Jl-Ag

Año	6		7		8		9	
Cultivo	Ajo/ Cebolla	Descanso	Lechuga	Maíz	Descanso	Feijão	Maíz	Descanso
Fechas (Siembra/ Recolección)	Abr-Jl/ Sept-Dic		Abr-Sept/ May-Nov	Dic/ Feb-Marz		Dic/Marz	Abr-Jn/ Jn-Sept	

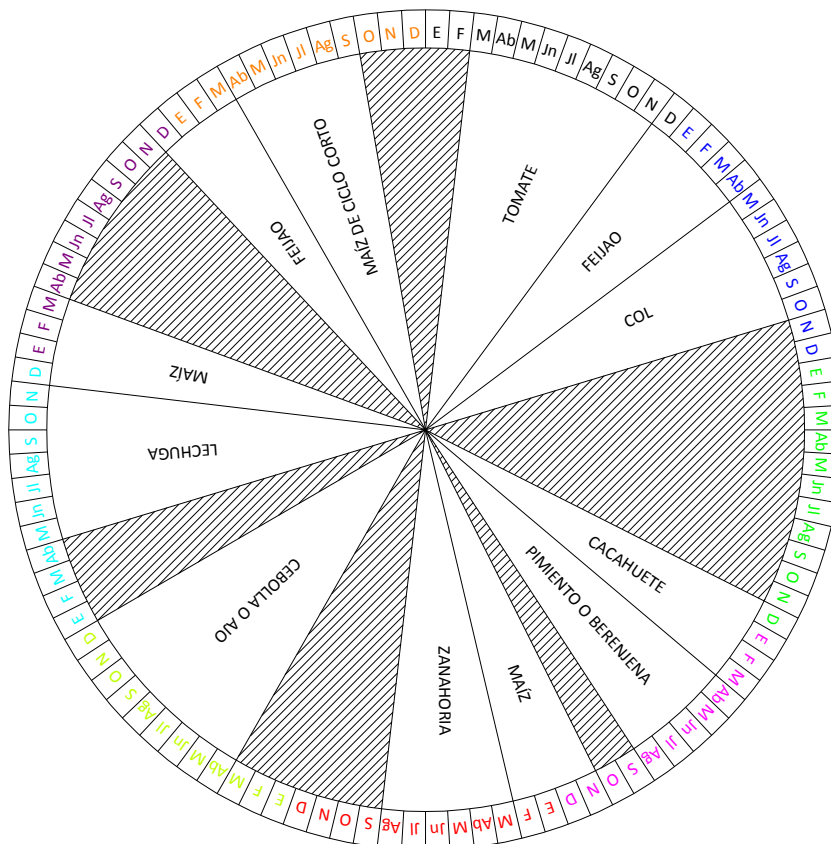
“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Tabla 43: Rotación para las parcelas con malla de sombreado de la Escuela Profesional de Mariri

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cultivo*	Tomate	Zanahoria	Lechuga	Feijão	Col/Repollo	Berenjena	Feijão	Cebolla	Pepino	Feijão
Producción (Tn/ha)	40	25	10	0,5	16	40	0,5	20	8	0,5
Producción (Kg/hoja*)	1.000	650	250	12,5	400	1.000	12,5	500	200	12,5

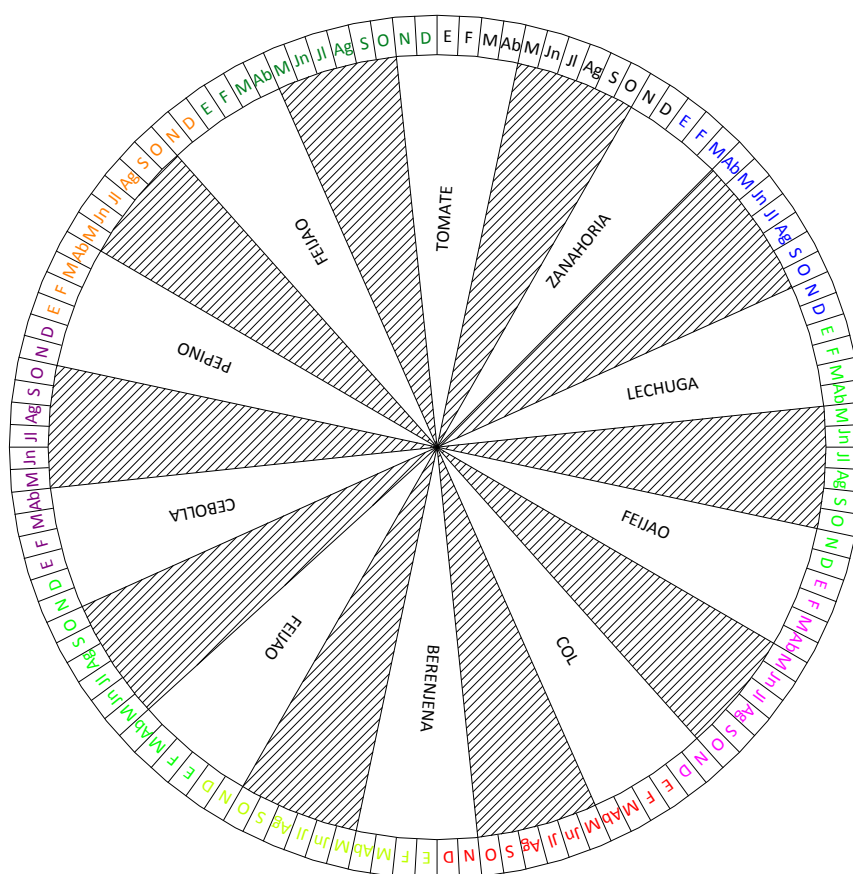
*Cultivados en invierno a partir de Nov. Terminados los ciclos para Abr-Marz

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Gráfico 7: Rotación del campo de maíz de la Escuela Profesional de Mariri**Gráfico 8:** Rotación de la huerta de la Escuela Profesional de Mariri

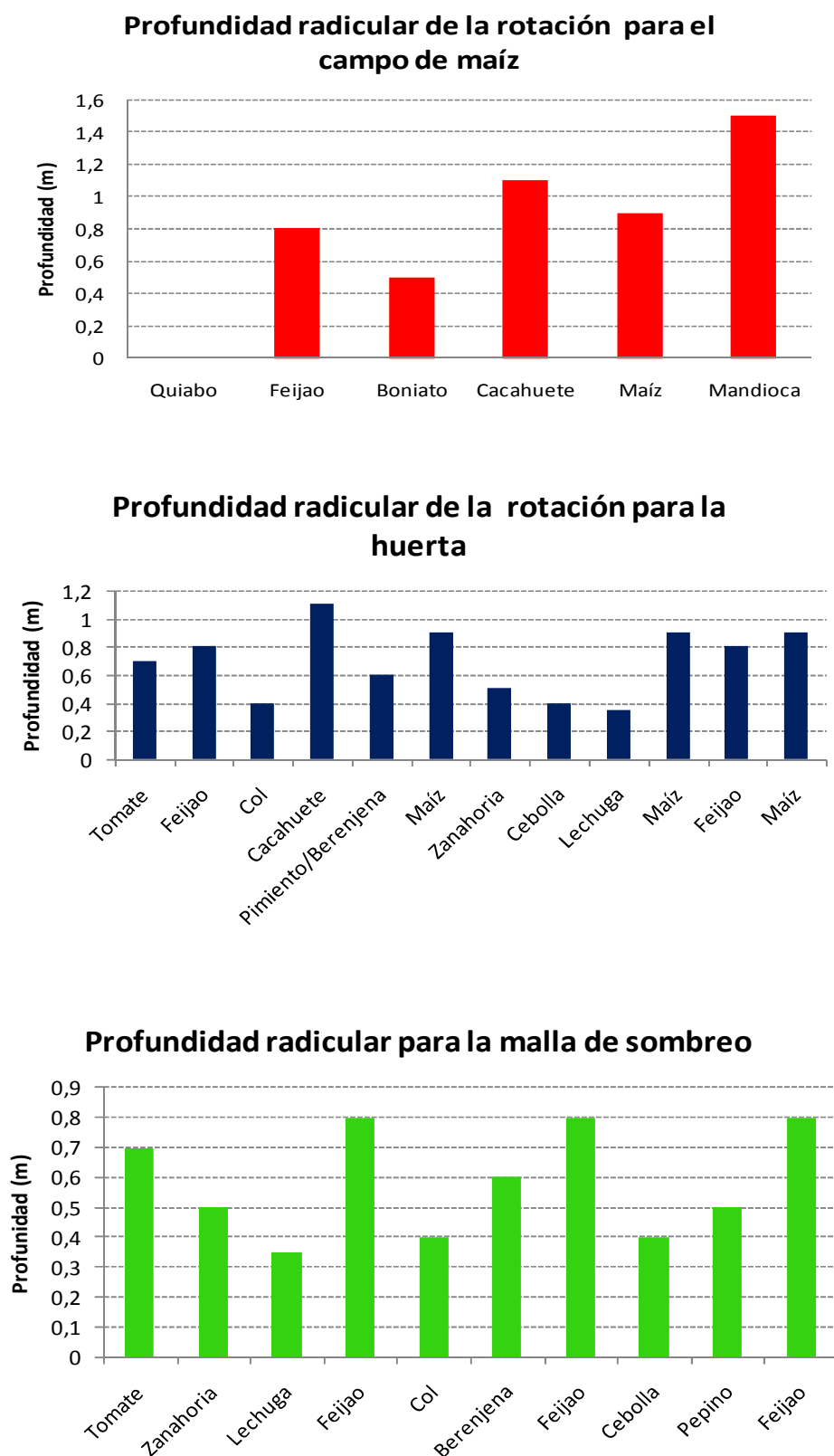
"Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)"

Gráfico 9: Rotación para las parcelas con malla de sombreado de la Escuela Profesional de Mariri



Además, en los siguientes gráficos se puede ver las profundidades medias de exploración de los distintos cultivos dentro de la rotación, comprobándose que el solapamiento de profundidades es mínimo o nulo.

Gráfico 10: Profundidades radicales de los cultivos dentro de las rotaciones para la Escuela Profesional de Mariri



“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Se debe tener en cuenta que las fechas que se muestran en las rotaciones no son fechas estrictas, ni coinciden con los ciclos de los cultivos. Representan los periodos en los que se puede producir, por lo que entre cada cultivo pueden quedar periodos de 1 o 2 meses sin producción.

Lo recomendable sería escalonar las producciones, plantando por ejemplo quincenalmente el tomate, para así tener una producción durante más tiempo y de un volumen más fácil de manejar, evitándose así la posible pérdida del producto por falta de salida.

CONCLUSIONES/ RECOMENDACIONES

6.- Conclusiones/Recomendaciones

1. Lo expuesto anteriormente supone la recomendación técnica de distribución y producción agrícola para la Escuela Profesional de Mariri. Se trata de indicaciones y recomendaciones, por lo que su puesta en práctica no debe ser rígida; bien al contrario, debe ser flexible y dinámica. Todo lo expuesto dependerá del manejo que haga la propia escuela.
2. Debe aplicarse riegos de baja duración y alta frecuencia, siendo preferibles los riegos diarios, al comienzo del día o al final del mismo.
3. Será recomendable emplear técnicas de acolchado natural en las calles de los cultivos para ayudar a reducir la evaporación de agua del suelo.
4. Debe aumentarse el nivel de materia orgánica de los suelos con el fin de mejorar la estructura y el contenido de elementos nutritivos.
5. Será de especial interés aunar los recursos de la producción agrícola con los de la producción pecuaria, ya que los desechos de los primeros pueden ser fuente de alimentación para los segundos, y los desechos de los segundos ser a su vez fuente de nutrientes para los primeros.
6. Adoptar el hábito de la elaboración de compost con restos vegetales tanto de los campos de producción, como de los restos orgánicos del internado o del *mato*.
7. Por último, hay que indicar que los cambios en el mundo rural, al igual que ha ocurrido en todo el planeta, son paulatinos y acumulativos. No se debe buscar un cambio radical en la forma de producir, pues se perderían conocimientos básicos para entender las nuevas formas de producción, además de que se corre el riesgo de no estar bien preparado para la implantación de esas nuevas técnicas, con lo que se puede perder también la producción.

BIBLIOGRAFÍA

7.- Bibliografía

- Alonso Arce, F. 2002. El cultivo de la patata. Ediciones Mundi-Prensa.
- Amoros Castañer, M. y Amoros Castañer, J. 1980 Horticultura. Guía práctica. Ediciones Dilagro, S. A.
- Amoros Castañer, M. 1989. Agrios. Dilagro S.A./Edicions.
- Arango Wiesner, L. V.; Román Hoyos, C. A.; Rosa Salamanca, C.; Almansa Manrique, E. F.; Bernal Riobo, J. H.; León Martínez, G. A.; Rey Valenzuela, V. E.; Ariza Nieto, M.; Gómez Bilbao, P. 1999. El cultivo de la papaya en los llanos orientales de Colombia. CORPOICA, C.I. <http://www.agronet.gov.co/agronetweb/>
- Arregui, L. M. 2008. Apuntes de Horticultura. UPNA (Universidad Pública de Navarra).
- Augstburger, F.; Berger, J.; Censkowsky, U.; Heid, P.; Milz, J. y Streit, C. 2000. Maní (Cacahuete). Agricultura orgánica en el trópico y subtrópico. Guías de 18 cultivos. Asociación Naturland.
http://www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/Publication/Espanol/mani_2005.pdf
- Banco Mundial. 2011. <http://datos.bancomundial.org>
- Berger, J. 1967. El Maíz, Su Producción y Abonamiento. Agricultura de las Américas. Biblioteca de ciencias Agrícolas.
- Bogantes, A.; Mora, E. 2006. La papaya. AECI (Agencia Española de cooperación Internacional), INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria-Costa Rica), Universidad de Costa Rica.
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/index.html>
- Bonilla, L. y Reyes Quiñones, J. 1995. El cultivo del Cajuil. Guía técnica Nº 26. Serie Cultivos. FDA (Fundación de Desarrollo Agropecuario, INC.) República Dominicana.
<http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/download/cajuil.pdf>
- Bonilla, L. 1990. Cultivo de Guayaba. Boletín técnico Nº 8. FDA (Fundación de Desarrollo Agropecuario. Inc.)-Santo Domingo (República Dominicana).
<http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/download/guayaba.pdf>
- Camacho Ferre, F. y Fernández Rodríguez, E. J. 2000. El cultivo de sandía apirena injertada, bajo invernadero, en el litoral mediterráneo español. Instituto la rural. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

"Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)"

Cáritas Española. <http://www.caritas.es/>

Casaca, A. D. 2005. El cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*). Guías Tecnológicas de Frutas y Vegetales Nº18. PROMOSTA (Proyecto de Modernización de los Servicios de Tecnología Agrícola). <http://www.zamorano.edu/gamis/hortalizas/yuca.pdf>

Casaca, A. D. 2005. El cultivo del Marañón (*Anacardium occidentale*). Guías Tecnológicas de Frutas y Vegetales Nº11. PROMOSTA (Proyecto de Modernización de los Servicios de Tecnología Agrícola). <http://www.sag.gob.hn/files/Infoagro/Cadenas%20Agro/Hortofruticola/OtraInfo/GuiaFrutas/Maranon.pdf>

Cásseres, E. 1971. Producción de hortalizas. Herrero Hermanos, Sucesores, S. A.

Castillejo Agós, M. 2010. Mejora de la planificación del área y del plan de prácticas en producción de la escuela técnica agropecuaria de Mariri (Mozambique). Trabajo Final de Carrera, Universidad Pública de Navarra.

Castro Retana, J. J. 2007. Cultivo de la anona (*Annona cherimola*, Mill). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00109.pdf>

Cerdas Araya, M^a del M. y Castro Retana, J. J. 2003. Manual práctico para la producción, cosecha y manejo poscosecha del cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*, Juss). Imprenta Nacional-Costa Rica. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/index.html>

Champion, J. 1975. El plátano. ED. Blume.

CIBA.1975. Los cítricos. Ciba-Geigy agroquímicos.

Cordeiro de Carvalho, A. Jr.; Pedro Martins, D.; Henrique Monnerat, P. y Bernardo, S. Adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro-amarelo. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, junio de 2000, Vol. 35, nº 6: p. 1101-1108.

Coste, R. 1970. El cacahuete o Maní. Editorial Blume.

Coto A.; Daniel y Saunders, J. L. 2001. Insectos plaga de la guanábana (*Annona muricata*) en Costa Rica. Manejo Integrado de plagas (Costa Rica), Nº 61: 60-68. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2131E/A2131E.PDF>

Cruz Pineda, E. 2003. Guía Técnica. Cultivo de la Anona. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal) El Salvador.

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

- De Q. Pinto, A. C. 2006. Practical Manual Nº 5. Annona (*Annona cherimola*, *A. muricata*, *A. reticulata*, *A. senegalensis* and *A. squamosa*). Southampto Centre for Underutilised Crops (ICUC). http://www.icuc-iwmi.org/files/Publications/Annona_Manual.pdf
- Delgado Ortiz, C. H. 2005. El cultivo de la Chirimoya. Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola. Asociación Hortofrutícola de Colombia. http://cadenahortofruticola.org/admin/bibli/551cultivo_chirimoya_asohofrucol.pdf
- Dubois, A.; Murguialday, C.; Maoño, C.; Gómez I.; Felipe; Mendia, I.; Abrisketa, J.; Alberdi, J.; Rapaport, J.; Gutiérrez, J.; Pérez de Armiño, K.; Gil Bazo, M. T.; Eizaguirre, M.; Sabalza, M.; Areizaga, M.; Zabala, N.; Vázquez, N. y Zabalo, P. 2000. Diccionario de Acción Humanitaria y Cooperación al Desarrollo. Universidad del País Vasco y HEGOIA (Instituto de Estudios sobre Desarrollo y Cooperación Internacional). <http://www.dicc.hegoia.ehu.es/>
- Edmond, J. B.; Senn, T. L. y Andrews; F. S. 1967. Principios de Horticultura. Compañía Editorial Continental, S. A.
- Embajada Mozambiqueña, 2011. <http://mozambique-emb.es/>
- Emilio Reina, C.; Barrero Otalora, C. A. y López Dussan, D. M.. 1996. Manejo postcosecha y evaluación de la calidad para la yuca (*Manihot sculenta*) que se comercializa en la ciudad de Neiva. Universidad Surcolombiana. http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Manejo%20poscosecha%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20en%20yuca.pdf
- Fabiani, L. 1967. La Patata. Editorial Aedos.
- FDA. 1997. Cultivo de yuca. Serie Cultivos. Guía Técnica Nº 31. Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. (FDA)-República Dominicana. <http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/download/yuca.pdf>
- Ferrán Lamich, J. 1975. Horticultura actual. De familiar a empresarial. Editorial Aedos.
- Fersini, A. 1972. Horticultura práctica. Editorial Diana.
- Frete, F. 2009. Mandioca, una opción industrial. Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). <http://paraguay.usaid.gov/economic/publicaciones/mandioca.pdf>

- Gaitán N.; Thelma. 2005. Cadena del cultivo de la Okra (*Hibiscus esculentus* L.) con potencial exportador.
http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/176cadena_del_cultivo_y_mercado_okra.pdf
- Galán Saúco, V. 2009. El cultivo del Mango. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias y Ediciones Mundi-Prensa.
- Galdánez Cáceres, A. 2004. Guía Técnica del cultivo del Marañón. Ministerio de Agricultura y Ganadería. FRUTAL ES (Programa Nacional de Frutas de El Salvador). IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura).
http://books.google.es/books?id=L0QjV5CeLhkC&pg=PA54&lpg=PA54&dq=guia+cultivo+mara%C3%B1%C3%B3n&source=bl&ots=gb-PBV0GZw&sig=Es19fsPp3jDBBCjuK32d-60cSzc&hl=es&ei=kUGHTfTeA9GKhQf3sN28BA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=8&ved=0CEEQ6AEwBw#v=onepage&q&f=false
- García Alonso, C. R. 1998. El ajo: cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundi-Prensa.
- García Torres, M. A. 2002. Guía Técnica. Cultivo de Maracuyá Amarillo. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. El Salvador.
http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/floraapicola/22_mburucuya_pasionaria.pdf
- Gobierno de Mozambique (GMç). 2005. Perfil distrital de Ancuabe. Provincia de Cabo Delgado.
<http://www.portaldogoverno.gov.mz/Informacao/distritos/cdelgado/Ancuabe.pdf>
- Gobierno de la Provincia de Cabo Delgado <http://www.cabodelgado.gov.mz>
- Gobierno distrital de Ancuabe, 2010. Perfil do distrito de Ancuabe. Província de Cabo Delgado.
- Gómez S., R. 2000. Regulación de épocas de cosecha de guayaba (*Psidium guajava*). Publicación Corpoica.
http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Regulaci%C3%B3n%20de%20C3%A9pocas%20de%20cosecha%20de%20Guayaba.pdf
- González Gaona, E.; Padilla Ramirez, J.S.; Reyes Muro, L.; Esquivel Villagrana, F.; Robles Escobedo, F.J. y Perales de la Cruz, M.A. Tecnología para producir guayaba en Calvillo, Aguascalientes. Folleto para productores N° 28. Inifap produce y

- Fundación Produce Aguascalientes.
<http://www.aguascalientes.gob.mx/codagea/produce/28.htm>
- Guerrero, E. de J. y Fischer, G. Manejo integrado en el cultivo de anón (*Annona squamosa* L.). Revista colombiana de ciencias hortícolas. 2007. Vol. 2 Nº 1: 154-169.
<http://www.soccolhort.com/revista/pdf/magazin/Vol1/vol.1no.2/Vol.1.No.2.Art.3.pdf>
- Guzmán Díaz, G. A. 1998. Guía para el cultivo de la papaya. *Carica papaya* L. Imprenta Nacional-Costa Rica. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/index.html>
- IICA. 2007. Guía práctica para la exportación a EEUU. CALABAZAS. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). <http://www.bionica.info/biblioteca/IICA2007CalabazaExportacion.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística de Mozambique (INEMç). 2010.
<http://www.ine.gov.mz>
- Le Bohec, J; Pelletier, J; Baudrand; Berthevas; Bonnet; Bourdon; Pechine, Siret; Thicoipe y Vieuxtemps. 1978. La Carotte. Techniques modernes de production. Institut National de Vulgarisation pour les Fruits, Legumes et Champignons (INVUFLEC).
- León, J. 1974. Manual de introducción de plantas en cultivos tropicales. FAO.
- Ley 23/1998, de 7 de julio, de Cooperación Internacional para el Desarrollo.
- GETINSA (Gabinete de Estudios Técnicos Ingeniería S.A.) y AECl (Agencia Española de Cooperación Internacional). 2000. Libro Blanco de Cabo Delgado. Maputo-Pemba: AECID.
- Limongelli, J. C. H. 1979. El repollo y otras crucíferas de importancia en la huerta comercial. Editorial Hemisferio Sur, S. A.
- López Bellido, L. 1991. Cultivos herbáceos. Vol. I. Cereales. Ediciones Mundi-Prensa
- López Tabar, C. 2011. Efecto de la eficacia de distintos tipos de cobertura vegetal en la retención de agua y la calidad del suelo en la provincia de Cabo Delgado (Mozambique). Trabajo Final de Carrera, Universidad Pública de Navarra.
- Lusotopia. 2011. <http://lusotopia.no.sapo.pt>

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG-CR). Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. San José, Costa Rica. 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas en Costa Rica.

<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/index.html>

Mahdeem, H. La agricultura en Mesoamérica. FAO.

http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro09/Cap2_5.htm

Malavolta, E. 1994. Nutrición y fertilización del Maracuya.

http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/322nutricion_fertilizacion_maracuya.pdf

Malca G., O.; Galindo Basurto, F. J. y Villavicencio Cortés, Marco Antonio. 2000. Seminario de Agro negocios. Maracuyá. Universidad del Pacífico. Facultad de Administración y Contabilidad.

<http://www.upbusiness.net/Upbusiness/docs/mercados/13.pdf>

Maroto Borrego, J. V.; Miguel Gómez, A. y Baixauli Soria, C. 2000. La lechuga y la escarola. Fundació Caja Rural Valencia-Ediciones Mundi-Prensa.

Maroto, J. V. 2000. Horticultura herbácea especial. Ediciones Mundi-Prensa.

Matarrita Díaz, L.; Meneses Contreras, D.; Porras Villalobos, S.; García Salazar, R. 2010. Buenas prácticas agrícolas para la producción de Piña (*Ananas Comosus* L.). Ministerio de Agricultura y Gandería. Costa Rica.

<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/index.html>

McLaughlin, J.; Balerdi, C. y Crane, J. 2009. El Marañón (*Anacardium occidentale*) en Florida. University of Florida. IFAS Extension.

<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS29100.pdf>

Miguel Gómez, A. 1987. Cultivo de la lechuga Iceberg. Generalitat Valenciana. Conselleria D'Agricultura i Pesca.

Montaldo, A. 1985. La yuca o mandioca. Editorial IICA.

http://books.google.es/books?id=z7hCbZmH7SQC&pg=PA102&dq=cultivo+yuca&hl=es&ei=xhGLTdgpDI_qOd3OncYF&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=10&ved=0CFcQ6AEwCQ#v=onepage&q&f=false

- Mora Montero, J.; Gamboa Porras, J.; Elizondo Murillo, R. 2002. Guía para el cultivo del mango. Imprenta Nacional-Costa Rica.
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/index.html>
- Morin, C.; Bakula, J. M.; Duarte, O; Franciosis, R.; Salas, F.; San Martín, A. y Puiggros, J. 1985. Cultivo de Cítricos. Editorial IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura).
- Ministerio de Turismo de Mozambique. MTMç. 2011. <http://www.mitur.gov.mz>
- Nadal Moyano, S.; Moreno Yangüela, M. T. y Cubero Salmerón, J. I. 2004. Las leguminosas grano en la agricultura moderna. Junta de Andalucía y Ediciones Mundi-Prensa.
- Napoleón Irigoyen, J. 2004. Guía técnica del cultivo de la anona. Ministerio de Agricultura y Ganadería. FRUTAL ES (Programa Nacional de Frutas de El Salvador). IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura).
http://books.google.es/books?id=DSg2XGbfa3QC&pg=PT24&lpg=PT24&dq=cultivo+annona&source=bl&ots=eZleVMSCZ2&sig=CZbZG4jQljNtG7MPvoVklkqlzA&hl=es&ei=QuN9Te3mDs62hAe1sojzBg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CCwQ6AEwAzge#v=onepage&q=cultivo%20annona&f=false
- Navarro, F.; Díaz B., A.; Obando, M.; Martínez R., R. y Muñoz R., C. 1983. La yuca. Estación experimental "El Recreo". Ministerio de desarrollo agropecuario y reforma agraria (MIDINRA). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). http://books.google.es/books?id=K-8qAAAYAAJ&pg=PA1&dq=cultivo+yuca&hl=es&ei=xhGLTdqpDI_qOd3OncYF&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CDQQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false
- Naciones Unidas (UN). Objetivos del Desarrollo del Milenio. Informe 2010.
- Nuez, F.; Rodríguez del Rincón, A.; Tello, J.; Cuartero, J. y Segura, B. 1995. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa.
- Pastor, F.; Vidal, D.; Rodríguez Sardiña, J. y del Cañizo, J. 1967. Diez temas sobre la patata. Publicaciones de capacitación agraria. Ministerio de Agricultura.
- Pérez Alfonso, J. L. 1984. Cultivo del pepino en invernadero. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

- PNUD. 2000. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). <http://www.undp.org/>
- Py, C. 1969. La piña tropical. Ed. Blume.
- Reche Marmol, J. 1988. La sandía. Ediciones Mundi-Prensa y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Robledo, Luis C. Gandul. *Cajanus cajan* (L.) Mill Leguminosa. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Rodríguez Rodríguez, R.; Tabares Rodríguez, J. M. y Medina San Juan, J. A. 1989. Cultivo moderno del tomate. Ediciones Mundi-Prensa.
- Rosell García, P.; Galán Saúco, V. y Hernández Delgado, P. M. Cuadernos de Divulgación. Cultivo del Chirimoyo en Canarias. Gobierno de Canarias. Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación.
<http://www.gobiernodecanarias.org/agricultura/doc/otros/publicaciones/cuadernos/chiri.pdf>
- SAGARPA. 2002. Producción del cultivo de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) en el Estado de Morelos. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación)- México.
<http://producirmejor.com/Libros/cacahuete/Cacahuete.pdf>
- Sánchez Gómez, A. 1970. El Pimiento. Economía-Producción-Comercialización. Editorial Acribia.
- Smith Barton, E.; Velázquez Villalta, M. Sección Agropecuaria, JAPDEVA. 2004. Opciones tecnológicas para la Producción de Plátano (*Musa* AAB) para exportación en la Región Atlántica de Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería (Costa Rica). <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/index.html>
- Sobrinho Illescas, E. y Sobrinho Vesperinas, E. 1992. Tratado de horticultura herbácea. Vol. 1. Hortalizas de flor y de fruto. Editorial Aedos.
- Sobrinho Illescas, E. y Sobrinho Vesperinas, E. 1992. Tratado de horticultura herbácea. Vol. 2. Hortalizas de legumbre-Tallo-Bulbo y Tuberosas. Editorial Aedos.
- “Serviços provinciais de geografia e cadastro”. SPGC. Governo da provincia de Cabo Delgado. Direcção provincial de agricultura. Técnico: Dionísio M. M. Cossa. 26-01-2010.

Tinarelli, A. 1989. EL arroz. Ediciones Mundi-Prensa.

Toro Botero, L. M^a. 2009. Estudio de las etapas de cosecha y post-cosecha de la chirimoya para potencializar su aprovechamiento agroindustrial en el departamento del Quindío. Universidad La Gran Colombia. Armenia-Quindío.
[http://www.cat-engineering.com/images/Liliana Maria Toro Botero \(Chirimoya Monography\).pdf](http://www.cat-engineering.com/images/Liliana_Maria_Toro_Botero_(Chirimoya_Monography).pdf)

Tratado de la Unión Europea-Tratado de Maastricht, 7 de febrero de 1992.TUE.
<http://eur-lex.europa.eu/>

Cátedra de Cooperación al desarrollo, Universidad de Córdoba. UC-CCD.
<http://www.uco.es/catedrasyaulas/catedracooperacion/cooperacion.html>

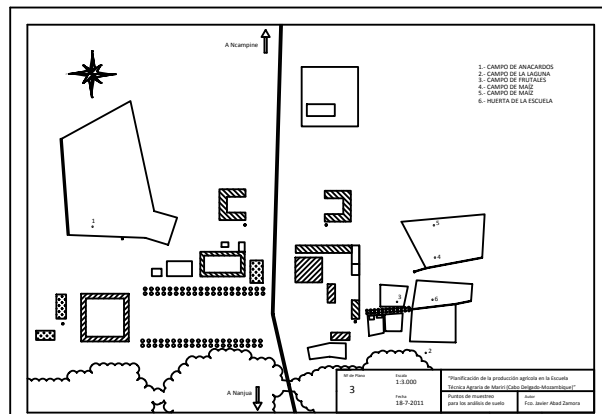
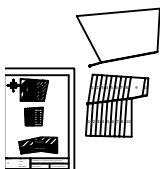
Universidad Pública de Navarra. Relaciones Internacionales y Cooperación.
<http://www1.unavarra.es/relacionesinternacionales/>

Urbano Terrón, P. 2001. Tratado de Fitotecnia General. Ediciones Mundi-Prensa.

Vives Madurell, E. 1984. Cultivo del Pimiento y de la Berenjena. Editorial Sintesis, S. A.

ANEXOS

ANEXO 1: Planos



ANEXO 2: Rotaciones alternativas

Anexo 2: Rotaciones alternativas

A continuación se presenta una alternativa de rotaciones a las expuestas anteriormente en el punto 5.3. Estas rotaciones más intensivas se recomendarían en caso de mejorarse la calidad del suelo (aportes de m.o.), así como disponer de aportes de fertilizantes químicos que compensen las extracciones de los cultivos del suelo.

Tabla 44: Rotación para el campo de maíz de la Escuela Profesional de Mariri

Año	1		2		3		4		5	
Cultivo	Pepino/Sandía/ Calabaza*	Quiabo	Feijão	Boniato	Mandioca		Cacahuete	Patata	Maíz	Descanso
Fechas (Siembra/Recolección)	Dic/May	Jn/Ene	Ene-Feb/ Abr-May	Ag/Oct-Nov	Dic/Oct		Dic/Abr	Abr-May/ Oct-Nov	Dic/Marz	
Alternativa					Maíz				Maíz	Ajo/Cebolla**
Fechas (Siembra/Recolección)					Dic/Marz				Dic/Marz	Abr-Jn/Sep-Nov

*La superficie de la hoja se puede dividir en tres partes, pues las producciones de los cultivos bien llevados son elevados

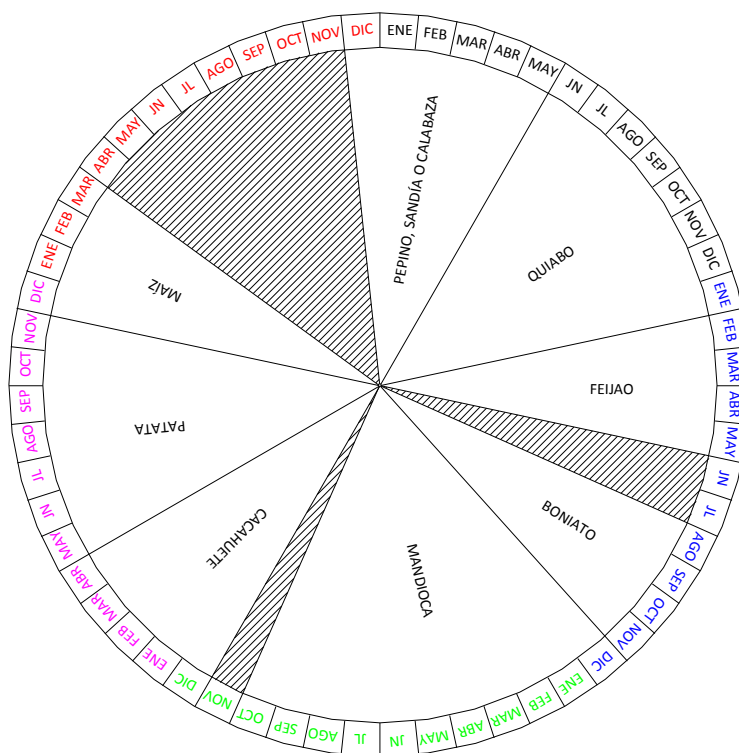
**Es preferible el cultivo de cebolla que de ajo, ya que el ajo puede presentar problemas de formación de los bulbos por cuestiones climatológicas

Tabla 45: Rotación para la huerta de la Escuela Profesional de Mariri

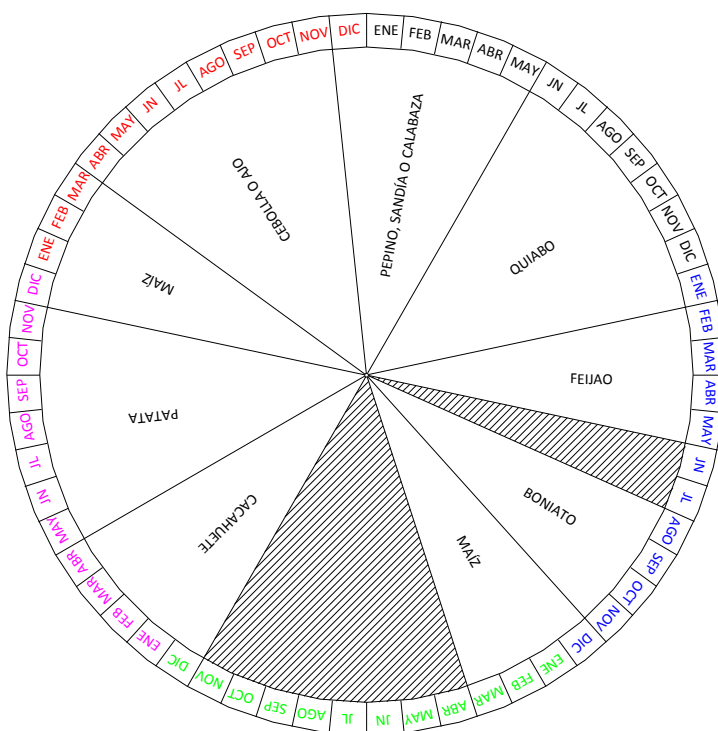
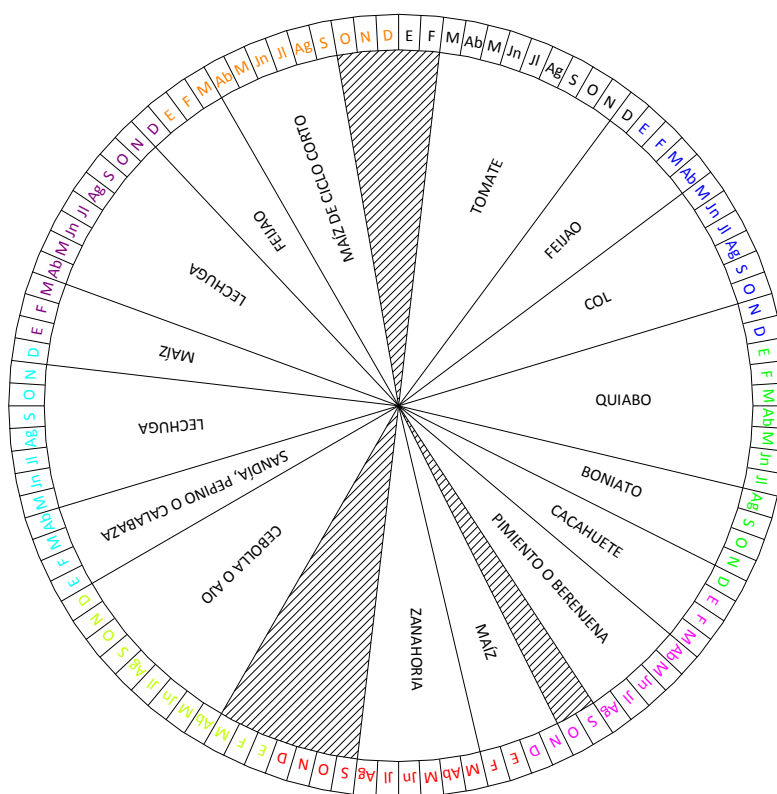
Año	1		2		3		4		5	
Cultivo	Tomate	Feijão	Col/Repollo	Quiabo	Boniato	Cacahuete	Pimiento/ Berenjena	Maíz	Zanahoria	Descanso
Fechas (Siembra/Recolección)	Marz-Sep/ May-Nov	Dic/ Marz-Abr	May-Jn/ Oct	Jl- Nov/Jl	Ag-Sept/ Oct-Nov	Dic/Marz	Marz/Jn-Ag	Nov/Feb	Marz/Jl-Ag	

Año	6		7		8		9	
Cultivo	Ajo/ Cebolla	Sandía/Pepino/Ca labaza*	Lechuga	Maíz	Lechuga	Feijão	Maíz**	Descanso
Fechas (Siembra/Recolección)	Abr-Jl/ Sept-Dic	Ene-Feb/ Abr	Abr-Sept/ May-Nov	Dic/ Feb-Marz	Abr-Sept/ May-Nov	Dic/Marz	Abr-Jn/ Jn-Sept	

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Gráfico 11: Rotación del campo de maíz de la Escuela Profesional de MaririAlternativa 1

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

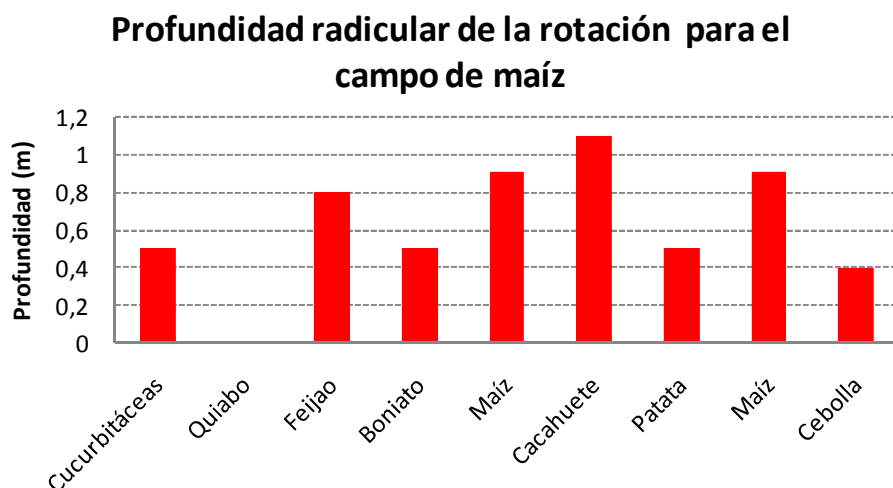
Alternativa 2**Gráfico 12:** Rotación de la huerta de la Escuela Profesional de Mariri

“Planificación de la producción agrícola en la Escuela Técnica Agraria de Mariri (Cabo Delgado-Mozambique)”

Además, en los siguientes gráficos se puede ver las profundidades medias de exploración de los distintos cultivos dentro de la rotación, comprobándose que el solapamiento de profundidades es mínimo o nulo.

Gráfico 13: Profundidades radicales de los cultivos dentro de las rotaciones para la Escuela Profesional de Mariri

Alternativa 1



Alternativa 2

